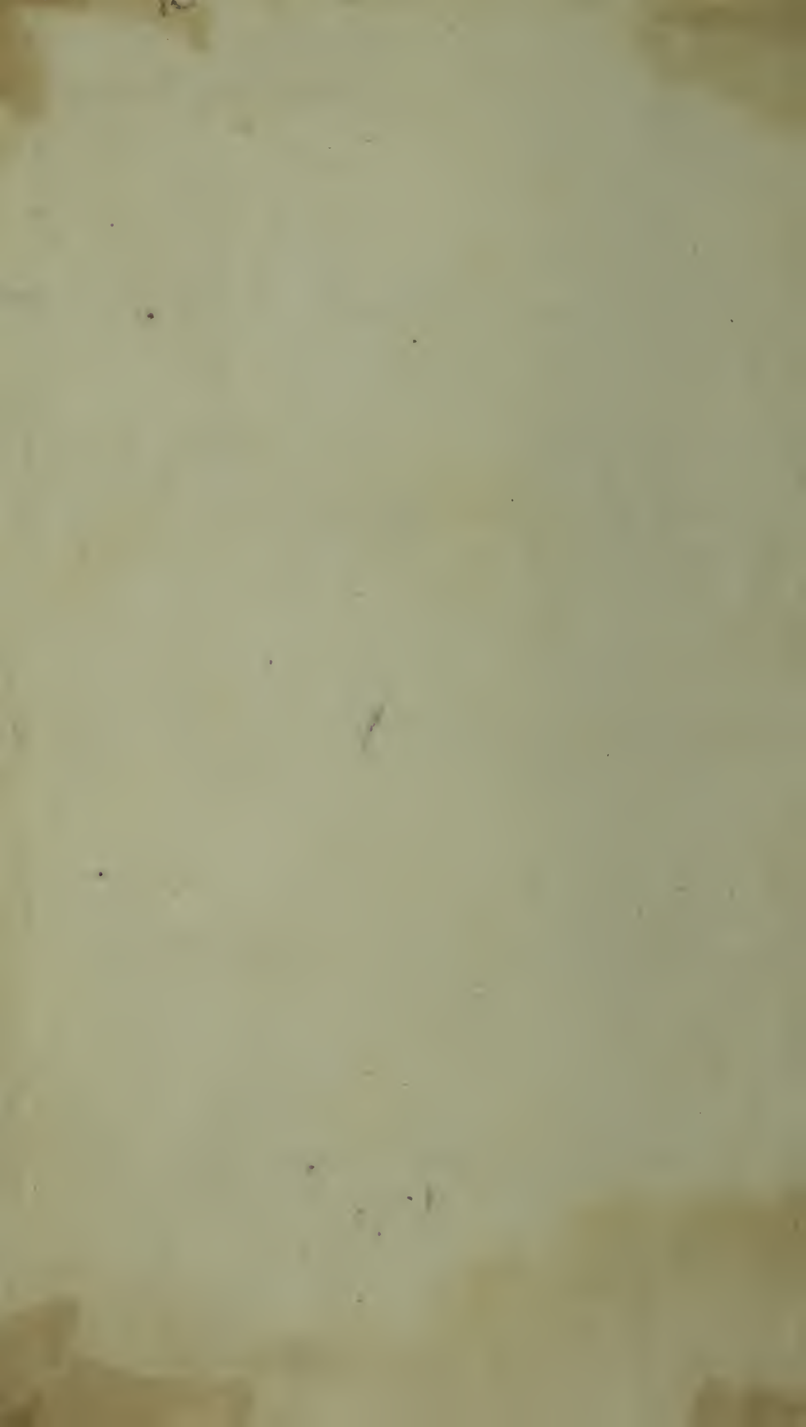
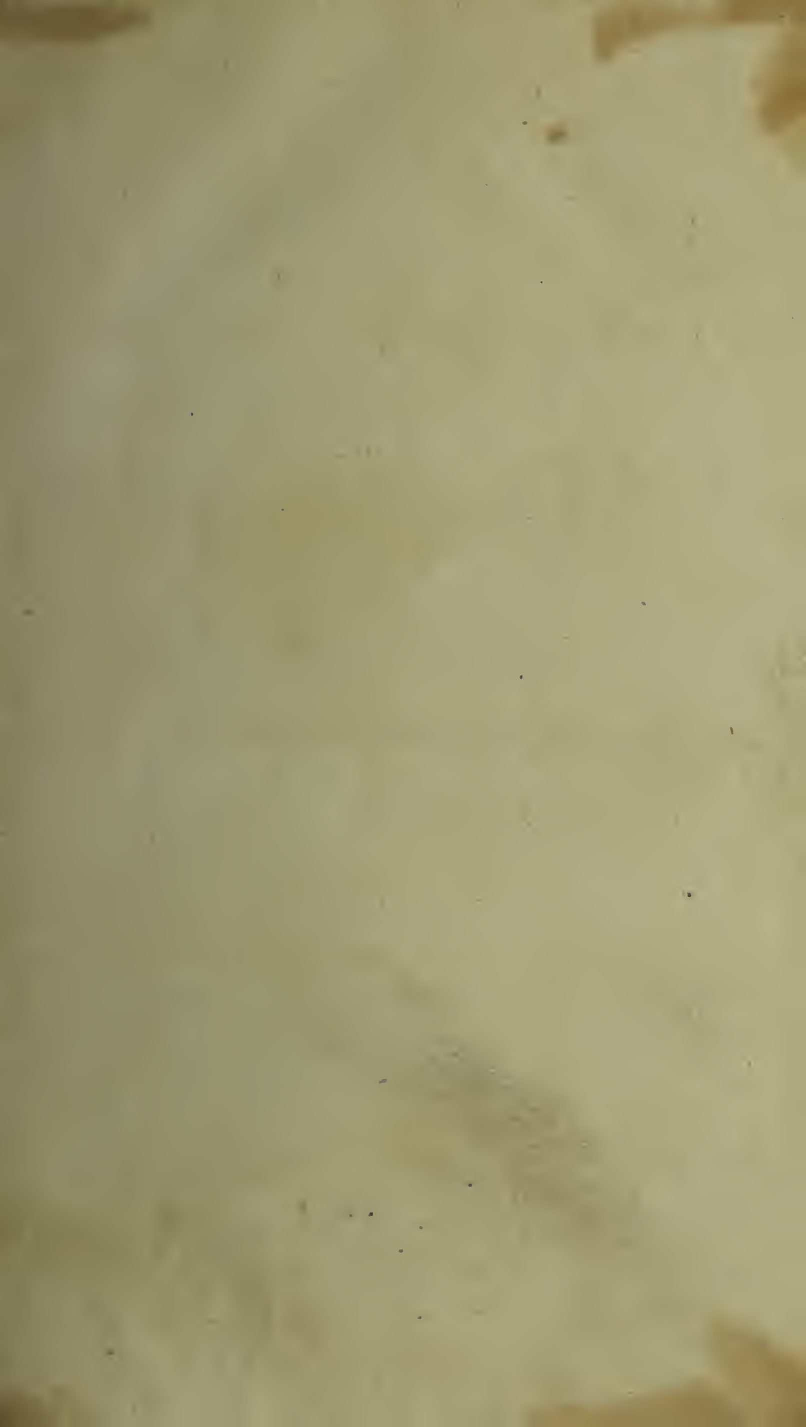
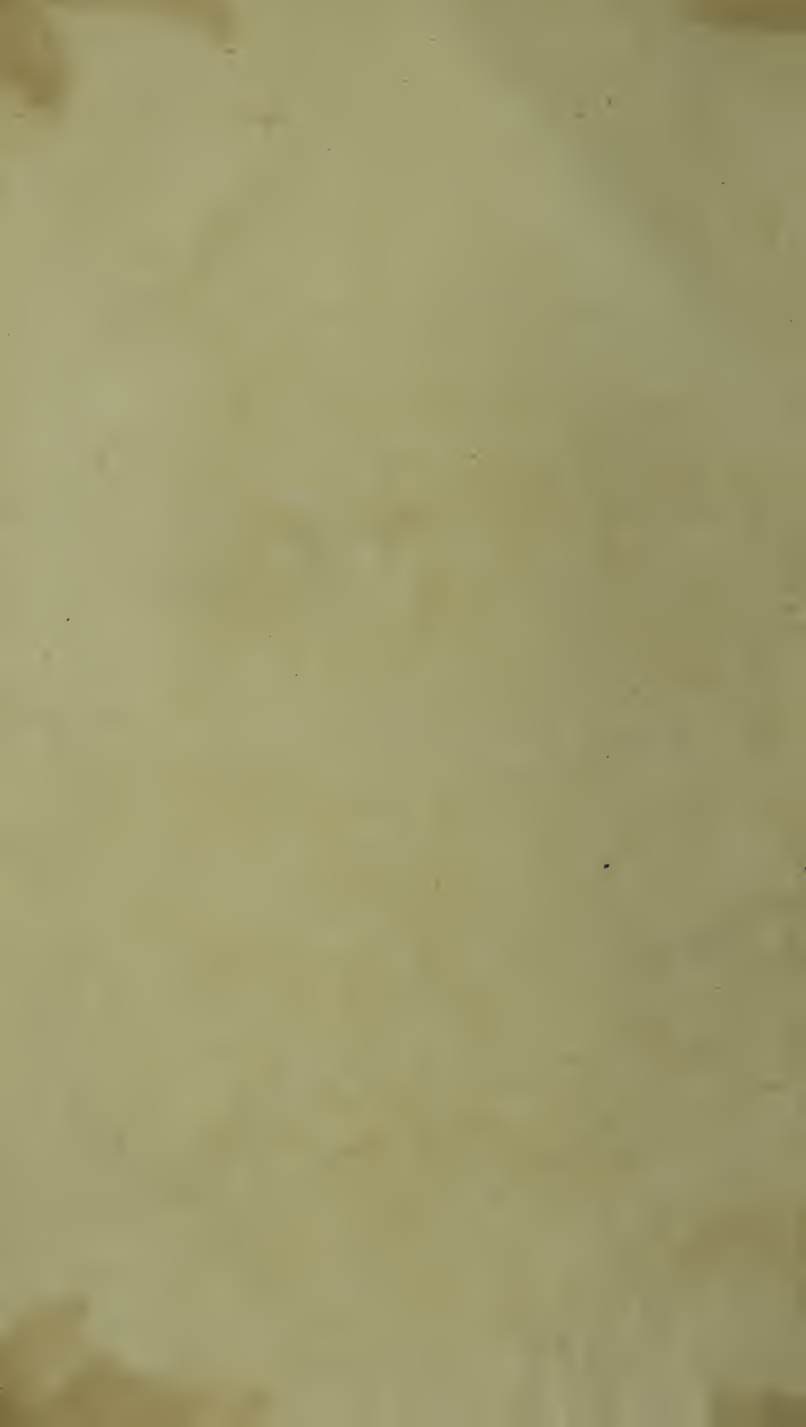








Die
Physiologie
als
Erfahrungswissenschaft.

Sechster Band.



Die

Physiologie

als

Erfahrungswissenschaft.

Sechster Band.

Bearbeitet

von

Karl Friedrich Burdach.

Mit Beiträgen von

Ernst Burdach und Johann Friedrich Dieffenbach.

Leipzig,

Verlag von Leopold Voß,

Buchhändler der K. Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg.

1840.

Systematische Uebersicht des Inhalts.

Zweites Capitel. Die Lehre von der Blutbildung.

II. Das Besondre der Blutbildung.

Siebzehntes Buch.

Von der Aufsaugung.



Die Aufsaugung.

§. 895. Alles organische Bilden, Nutrition und Secretion, geht aus dem Lebenssafte, der, zu eigenthümlicher Form entwickelt, als Blut erscheint (§. 661), hervor. Das Blut wird also während des Lebens zersetzt (§. 774 fg. 875), und zwar ununterbrochen (§. 876), muß folglich auch immer von Neuem erzeugt werden. Wie nun Nutrition und Secretion in einem Differenzirungsprocesse bestehen, bei welchem das Einige in Mannichfaltiges auseinander weicht und das Allgemeine in Besonderheiten zerfällt (§. 777. 778. e. 885. 894. b.), so charakterisirt sich dagegen die Blutbildung als indifferenzirend, indem sie aus Verschiedenartigem eine und dieselbe Substanz schafft und dem Besondern durch Einigung das Gepräge der Allgemeinheit ertheilt. Diese Indifferenzirung schließt zweierlei in sich: ein äußeres, mechanisches Moment, die Einführung der zur Blutbildung geeigneten Stoffe aus getrennten Räumen in den gemeinschaftlichen Raum des Gefäßsystems; und ein inneres, chemisch-dynamisches Moment, die Umwandlung dieser verschiedenen Stoffe in die gleiche Substanz des Bluts. Solche Aufnahme bestimmter Stoffe zu bestimmter Bildung setzt ein Vermögen des Organismus überhaupt Materie an sich zu ziehen und zu verwandeln voraus: ein Vermögen, welches das Gemeinartige im Processe der Blutbildung darstellt, indem es durch einfache, in den verschiedensten Puncten des Organismus gleiche Actionen sich äußert, und welches daher die Grundlage für die eigentliche Blutbildung (§. 910) wird. Das mechanische Moment in diesem gemeinartigen Hergange besteht also darin, daß irgend welche Materie in das Blut tritt. Nun kann sie zu diesem, da es in geschloß-

nen Räumen sich befindet, nur dann gelangen, wenn sie ihm schon in der expandirten Form ähnelt und flüssig (tropfbar oder luftförmig) ist, und da dieser Eintritt auf die Selbsterhaltung des Organismus sich bezieht, so muß er von diesem bestimmt werden und von dessen Anziehungskraft abhängen. Die Thätigkeit aber, vermöge deren ein Körper Flüssigkeiten an und zugleich in sich zieht, nennen wir Saugen, und so bezeichnen wir denn jene allen organischen Wesen zukommende Aufnahme von Flüssigkeit in das Innere ihres Körpers und in ihren Lebenssaft, als Aufsaugung (Absorption). Diese ist entweder Einsaugung (Insorption), d. h. Aufnahme eines fremden Stoffes (§. 896—909), oder Rücksaugung (Resorption), d. h. Wiederaufnahme des aus dem Blute Gebildeten (§. 910—916).

§. 896. Von einer Statt gefundenen Einsaugung überzeugt uns auf der einen Seite die Abnahme oder das Verschwinden einer mit dem Organismus in Berührung gekommenen Materie (falls es gewiß ist, daß sie nicht verdunstet oder abgestreift, oder sonst wo anders hingekommen ist), z. B. die größere Verminderung einer Wassermenge, in welcher ein Gewächs vegetirt, in Vergleich zu einer ähnlichen, die unter übrigens ganz gleichen Verhältnissen, nur nicht in Berührung mit einem Gewächse steht; auf der andern Seite die nach einer solchen Berührung eingetretene und von keinem andern Verhältnisse abhängige Veränderung im Organismus. Zu den materiellen Veränderungen dieser Art gehört die Zunahme des Volumens, z. B. das Anschwellen der an einer in Wasser stehenden Schnittfläche einer Pflanze frei liegenden Zellen; oder des Gewichts, z. B. eines Menschen nach einem warmen Bade. Ist eine sonst im Organismus nicht vorkommende und vermöge ihrer eigenthümlichen Qualität leicht erkennbare Substanz aufgesogen worden, so kann man sie im Gefäßsysteme selbst, oder daraus abgesetzt in den secernirten Flüssigkeiten oder dem Gewebe (§. 865) entdecken, wie denn unter Andern Pereira (Nr. 196. XLVIII. S. 219) ein Verzeichniß der in den Secretionen wiedergefundenen Arzneistoffe giebt. Es finden aber hier viele Abstufungen der Gewißheit Statt, da Farbe, Geruch, Geschmack leicht täuschen können; manche Substanzen lassen sich nicht an ihren

Eigenschaften selbst, sondern nur an den qualitativen Veränderungen, welche sie in den Secretionen hervorbringen, erkennen, z. B. das Terpenthinöl an dem Veilchengeruche, welchen es dem Harne ertheilt. Sicherer als die von selbst sich darbietenden sinnlichen Merkmale sind die, welche durch bestimmte Reagentien hervorgerufen werden, z. B. das Verpuffen des Salpeters durch Verbrennen, die braunrothe Farbe der Rhabarber durch kaustisches Kali, die blaue Farbe des blausauren Kali durch Salzsäure und salzsaures Eisen, die dunkelkirschrothe des schwefelblausauren Kali durch salzsaures Eisen, die braunschwarze des Bleies durch Hydrothionsäure u. s. w. Indessen darf man, wenn die fremde Substanz nicht entdeckt wird, noch nicht mit Sicherheit darauf schließen, daß sie nicht eingesogen worden ist. Sehr kleine Quantitäten, z. B. von blausaurem Kali, selbst dem Blute unmittelbar beigemischt, geben sich in demselben durch Reagentien nicht zu erkennen, und wenn Wetzlar (Nr. 731. p. 21) dieselben im Harne dadurch entdeckte, daß er das Glas, worin der mit Salzsäure und salzsaurem Eisen versetzte Harn enthalten war, mit einem Stöckchen etwas rieb, so daß die Harnsäure sich niederschlug und das blausaure Eisen mit sich nahm, so ist für andere Fälle kein ähnliches Hülfsmittel bekannt. Es kommt auf den Zeitpunct der Untersuchung an, indem die fremde Substanz zu der Stelle, wo man sie sucht, noch nicht gelangt oder von derselben schon entwichen sein kann; auch kann sie durch die beigemischten organischen Stoffe unkenntlich gemacht, gebunden oder zersetzt sein. So findet man fremde Stoffe viel häufiger in den secernirten Flüssigkeiten als im Blute, und im abgeschiedenen Serum häufiger als im unzersetzten Blute. Auch bleibt es oft räthselhaft, wo sie hingekommen sind: Wetzlar (a. a. O. p. 24) untersuchte vier Tage lang nach dem Einnehmen einer Drachme blausauren Kalis sämmtliche Ausleerungen, und erhielt nur 4 Gran Berlinerblau aus dem Harne, während im Darmkothe, Schweiße, Nasenschleime und Speichel von den übrigen 56 Granen keine Spur zu finden war.

§. 897. Andere Merkmale der erfolgten Einsaugung sind in dem dadurch herbeigeführten Lebenszustande enthalten. Substanzen

nämlich, welche nicht geeignet sind assimilirt zu werden, integrirende Theile der organischen Masse abzugeben und zur Selbsterhaltung zu dienen, bringen, wenn sie in angemeßner Form und nöthiger Menge mit einem Organe in Berührung kommen, Veränderungen in der Thätigkeit anderer Organe oder im Gesammtleben hervor. Je stärker dem Grade nach und je eigenthümlicher der Art nach diese Veränderungen sind, und je mehr die Erfahrung bestätigt hat, daß sie auf bestimmte Einwirkungen folgen, um so sicherer sind wir, daß sie durch diese herbeigeführt und nicht bloß zufällig nach ihnen eingetreten sind. Am sprechendsten

A. sind demnach die Vergiftungen. A) Es kommt aber darauf an zu erkennen, ob die Uebertragung der Wirkung von dem einen Organe auf ein anderes materieller oder dynamischer Art ist.

a. a) Da der Organismus ein Einiges und Ganzes ist, mithin seine einzelnen Theile auf einander gegenseitig einwirken, so kann die Wirkung solcher fremdartiger Substanzen eigentlich eine rein örtliche sein, welche bloß mittelbar und in ihren Folgen allgemein wird oder über andere Organe sich ausbreitet, d. h. sie kann in einer materiellen Veränderung des unmittelbar berührten Organs bestehen, hiermit aber veranlassen, daß die dadurch entstandene Veränderung in der Lebensthätigkeit desselben vermöge des Zusammenhanges der Functionen eine Veränderung im übrigen Organismus nach sich zieht. Wird z. B. durch ein kaltes oder durch ein warmes oder durch ein heißes Bad die Hautthätigkeit verschiedentlich gestimmt, so führt dies eine entsprechende Umstimmung der Lebensthätigkeit in den innern Organen herbei. Charakteristisch ist es aber für solche Wirkungsweise, wenn die Veränderungen des Gesammtlebens nicht bloß dem Grade, sondern auch der Art nach verschieden sind, je nachdem das eine oder das andere Organ von der fremden Substanz unmittelbar berührt worden ist; wie denn z. B. ein Neutralsalz, in den Darmcanal gebracht, durch die daselbst erregten Ausleerungen einen ganz andern Zustand des Organismus veranlaßt, als wenn es bloß die

b. äußere Haut berührt und deren Secretion verstärkt hat. b) Wenn demnach die allgemeine Wirkung hier von der specifischen Natur

des zunächst berührten Organs abhängt, so wird sie in andern Fällen durch die specifische Natur der fremden Substanz bestimmt, indem diese, welchen Theil des Körpers sie auch zunächst berührt haben mag, immer gleiche Veränderungen im Gesammtleben hervorruft. So führt das Quecksilber in der plastischen Sphäre denselben Krankheitszustand herbei, es mag nun in den Darmcanal, oder in die Lungen, oder an die Haut gebracht worden sein; und wenn der Weingeist in die Lungen, ober in das Brust- oder Bauchfell, oder in die Harnblase, oder in das Zellgewebe kommt, so versetzt er das animale Leben in denselben Zustand, wie wenn er in den Magen aufgenommen worden ist (Segalas in Nr. 423. XII. p. 104 sq.). Der Arsenik und ähnliche Gifte verursachen bei innerlicher Anwendung eine Entzündung des Verdauungscanals und dieselben Zufälle, wie sie bei diesem Krankheitszustande, von welchen Ursachen er auch herrühren mag, beobachtet werden; wiewohl aber diese örtliche Wirkung immer in Anschlag zu bringen ist, so kann sie doch nicht als das Wesentliche der Vergiftung angesehen werden, da der Arsenik z. B. auch bei anderer Anwendungsart tödet, und nach den Erfahrungen von Hunter, Home und Brodie (Nr. 184. XII. S. 229), in eine Hautwunde gebracht, eben so eine Magenentzündung hervorbringt, als wenn er in den Magen selbst aufgenommen worden ist. Hier wirkt also die fremde Substanz selbst auf die entfernten Organe, und das unmittelbar berührte dient ihr nur als Durchgangspunct. c) In solchem Falle tritt die Wirkung auf das Gesammtleben erst nach einem durch die Natur der fremden Substanz bestimmten Zeitraume ein und läßt sich während desselben, wenn er nicht allzu kurz ist, noch hemmen. So kann z. B. ein Gift wirkungslos bleiben, wenn man es wieder entfernt oder chemisch bindet, oder die Stelle, auf welche es gebracht worden ist, zerstört oder vom übrigen Körper trennt, oder ihren Verkehr mit diesem durch eine darüber angebrachte Zusammendrückung beschränkt. d) Die fremde Substanz wirkt daher auch mit verschiedener Stärke, je nachdem das zunächst von ihr berührte Organ mehr oder weniger zu ihrem Eintritte und Durchgange geeignet ist. Das Krähenaugenextract z. B. kann bei

c.

d.

jeder Anwendungsweise Starrkrampf und Tod verursachen; es tödete aber nach Segalas Versuchen (a. a. O. p. 108) Hunde schon nach einigen Secunden, wenn es zu zwei Gran in die Lungen gesprützt worden war, während es, zu zwei Drachmen in die Harnblase gebracht, erst nach funfzehn Minuten Starrkrampf verursachte, so daß man das Verhältniß der Durchgangsfähigkeit der Harnblase zu der der Lungen (zunächst für den vorliegenden
e. Fall) auf 1 : 200 ungefähr schätzen kann. e) Die Wirksamkeit solcher fremder Substanzen muß also von der Eingangsstelle durch leitende Gebilde auf das Gesammtleben übergetragen werden; sie setzt folglich ein universelles System voraus, welches theils in einer bestimmten Richtung leitet, theils den Gesammtausdruck einer bestimmten Seite des Lebens darstellt. Solcher Systeme giebt es aber nur zwei: das Nervensystem, welches bei dynamischer Leitung in seinen Centralpuncten den Heerd des animalen Lebens abgiebt; und das Gefäßsystem, welches in den Adern materiell leitet und in seiner Blutmasse den Mittelpunct des bildenden Lebens ausmacht (§. 660. c. 770). Es entsteht daher die Frage, ob die fremden Substanzen durch dynamische Leitung mittels der Nerven, oder durch materiellen Übergang in das Gefäßsystem auf das Gesammtleben wirken; und wir haben hier vorzugsweise die das
B. animale Leben zunächst afficirenden Gifte zu beachten. B) Hier
f. hat nun die Erfahrung Folgendes gelehrt. f) Die Affection der Nerventhätigkeit kann rein örtlich sein. Belladonna, auf das Auge applicirt, bewirkt Erweiterung der Pupille und Störung des Sehens ohne weitere Zufälle; eben so verursachte Mönchskappe (Arca concamerata), auf die Lippen gebracht, und der an die Fingerspitzen streichende Dunst von concentrirter Blausäure bloß ein mehrere Stunden anhaltendes Gefühl von Taubheit in diesen Theilen. Opium oder Tikuna, auf die innere Fläche des Darms von Kaninchen applicirt, lähmte sogleich die Darmmuskeln, ehe es andere Zufälle erregte (Nr. 701. S. 3); der Nerve eines abgelösten Froschschenkels, in Opiumauflösung getaucht, verlor, soweit er eingetaucht war, seine Reizbarkeit, aber nicht an den übrigen Stellen (Nr. 673. I. S. 589); und wenn Vipergift auf Nerven eines lebenden Thieres gestrichen worden war, so

wurden diese dunkel gefärbt und die umliegenden Muskelpartieen etwas entzündet ohne eine bemerkliche Störung des Lebens. g) Gifte, mit bloßgelegten Theilen des Nervensystems in unmittelbare Berührung gebracht, wirken entweder gar nicht, oder doch ungleich schwächer als bei ihrer Anwendung auf die meisten andern weichen Theile; dagegen töden sie nirgends so schnell und in so kleinen Quantitäten, als wenn sie unmittelbar dem Blute beigemischt werden, wobei sie dieselben specifischen Wirkungen im animalen Leben hervorbringen, wie sonst. Auf Nerven gestrichen, blieb das Tikunagift ohne tödtliche Wirkung nach Fontana (Nr. 456. S. 306), das Vipergift (ebd. S. 191) und Kirschlorbeerwasser nach demselben (ebd. S. 317), Blausäure nach Wedemeyer (Nr. 547. S. 240. 244), falsche Angustura nach Emmert (Nr. 185. I. S. 177), Upas Tieute nach Orfila (Nr. 577. II. part. 1. p. 315), Upas Antiar nach demselben (ebd. part. 2. p. 3), brandiges Tabaksöl nach Macartney (ebd. I. part. 2. p. 251), Strychnin nach Bouillaut (Nr. 423. X. p. 463) und Müller (Nr. 673. I. S. 234) u. s. w. Emmert (Nr. 482. I. S. 88) stellt in dieser Hinsicht die Nerven den Flechsen und Knochen gleich. Wenn Hubbard (Nr. 197. V. S. 154) von Application der Blausäure oder des Krähenaugenextracts auf die in ihrer natürlichen Lage befindlichen Nerven, aber nicht auf die von ihrer Umgebung getrennten, Vergiftung erfolgen sah, so wird dadurch eben der Antheil der umgebenden Theile bezeichnet. Auf das Gehirn applicirt, blieb Vipergift nach Fontana (Nr. 456. S. 109), Opium nach Nysten (Nr. 577. I. part. 2. p. 145) und brandiges Tabaksöl nach Macartney (ebd. p. 251) ohne Wirkung; dagegen wirkte nach Orfila (ebd. II. part. 2. p. 3) Upas Antiar sogleich, wenn es in die Substanz des Gehirns gebracht wurde, und Upas Tieute verursachte Starrkrampf in den Vorderbeinen, wenn es auf den Halstheil des Rückenmarkes, und in den Hinterbeinen, wenn es auf den Bauchtheil desselben angebracht worden war (ebd. part. 1. p. 314). — In Venen infundirt, tödete das Vipergift früher als in Wunden, Kaninchen z. B. schon in zwei Minuten (Nr. 456. S. 180) und $^1/_{10}$ Gran reichte bei Tauben schon dazu

hin (ebd. S. 162); Tikuna tödtete auf der Stelle (ebd. S. 306). Ähnliche Beobachtungen wurden in Betreff von Blausäure (Nr. 577. II. part. 1. p. 187), Fingerhut (ebd. p. 273), Belladonna (ebd. p. 239), Schierling (ebd. p. 290), Upas, Krähenaugen, Ignazbohne (ebd. p. 330) u. s. w. gemacht; Opium tödete Hunde schon, wenn es zu 3 Gran infundirt war, während es, in den Magen gebracht, erst zu 120 Gran den Tod verursachte (Nr. 736. S. 44), und außer den specifischen Symptomen während des Lebens, fand man in solchem Falle auch eine ähnliche Überfüllung der Hirngefäße wie nach der innerlichen Anwendung des Opiums (Nr. 577. II. part. 1. p. 135). So verursacht auch der Weingeist, in Venen gesprützt, schon in geringerer Quantität und in kürzerer Zeit einen Rausch, als wenn er in den Magen gebracht worden ist (Nr. 423. XII. p. 105). Daß größere Quantitäten desselben, welche eine offenbare Zersetzung des Blutes verursachen können, so wie ähnlich wirkende Substanzen (Laugensalze, Säuren, Neutralsalze und erdige Salze), bei ihrer unmittelbaren Einführung in das Gefäßsystem stärker wirken und eher töden, kommt hier nicht in Betracht. Übrigens äußert sich die Kraft der narkotischen Gifte, von welchen keine deutliche chemische Wirkung auf das Blut bekannt ist, in umgekehrtem Verhältnisse zur Menge des Blutes, so daß sie nach einem Aderlasse stärker und nach einer Infusion von Wasser schwächer wirken (Nr. 423. XIII. p. 105). — h) Damit ein Theil Durchgangspunct für Gifte werde, braucht er nicht durch Nerven, wohl aber durch Gefäße mit dem übrigen Körper im Zusammenhange zu stehen. Viperngift tödete Thiere, wenn es an ihre Beine gebracht wurde, deren Nerven unterbunden oder durchschnitten waren (Nr. 456. S. 191. 200); Woorara, in eine Wunde am Vorderbeine nach Durchschneidung des Armgeflechtes eingebracht, brachte seine Wirkungen eben so schnell wie gewöhnlich hervor (Nr. 184. XII. S. 183); dasselbe war der Fall mit der falschen Angustura (Nr. 577. II. part. 1. p. 339), und Blausäure, auf die durch Durchschneidung des Brustrückenmarks völlig gelähmten Hinterbeine applicirt, vergiftete eben so, wie bei unverletztem Nervensystem (Nr. 547. S. 241). Nach Durch-

schneidung des Lungenmagennerven oder des Rückenmarks wirkten narkotische Gifte oder Weingeist, in die Lungen (Nr. 423. X. p. 129. XIII. p. 108) oder in den Magen (ebd. XII. p. 105. 109. Nr. 673. I. S. 234) gebracht, wie sonst, wiewohl Dupuy und Brachet für den letztern Fall keine Vergiftung gesehen haben wollen. — Dagegen verbreitet sich die Wirkung eines Giftes nicht auf den übrigen Organismus, wenn der Blutlauf in dem damit in Berührung gebrachten Theile gehemmt ist. So blieben falsche Angustura (Nr. 577. II. part. 1. p. 3), Woorara (ebd. part. 2. p. 9), Blausäure (Nr. 547. S. 245) und andere Gifte (Nr. 423. X. p. 129) ohne allgemeine Wirkung, wenn in dem Gliede, auf welches sie applicirt wurden, der Blutlauf durch Binden oder Turniket gehemmt war. Dasselbe war der Fall mit Strychnin nach Unterbindung der Venen (Nr. 423. XII. p. 109), mit der Blausäure und der falschen Angustura nach Unterbindung der Bauchaorta (Nr. 577. II. part. 1. p. 3. 339), mit dem Opium nach Durchschneidung der Gefäßstämme (Nr. 610. p. 34). Indessen starben doch auch einige Thiere, die von Vipern in das Bein gebissen wurden, ungeachtet alle weiche Theile desselben bis auf den Knochen durchschnitten (Nr. 456. S. 200 fgg.) oder die Arterien unterbunden oder durchschnitten waren (ebd. S. 206). — Hing ein Theil nach Durchschneidung der Nerven und anderer weicher Theile bloß noch durch seine Gefäße mit dem übrigen Körper zusammen, so wirkten Upas (Nr. 185. II. S. 253 fg.), Opium, Blausäure, Opalsäure (Nr. 701. S. 12) eben so, wie bei unverletztem Zustande, auf das Gesammtleben. Dagegen erfolgte diese Wirkung des Opiums nicht, wenn der Theil bloß noch durch seine Nerven mit dem Rumpfe in Verbindung stand (Nr. 673. I. S. 233). i) Endlich steht die Fähigkeit der verschiedenen Organe, als Durchgangspuncte für die das animale Leben angreifenden Gifte zu dienen, nicht im Verhältnisse zur Zahl ihrer Nerven, sondern zu ihrem Reichthume an Gefäßen und ihrer Fähigkeit einzusaugen. So hat man gesehen, daß Tikuna, auf die Augen angewendet, gar nicht, in den Magen gebracht, wenig, in Wunden hingegen sehr heftig auf das Gesammtleben wirkt (Nr. 456. S. 290); und

i.

daß eben so Letzteres stärker afficirt wird, wenn Upas (Nr. 577. II. part. 2. p. 3), Giftlattich (ebd. part. 1. p. 191), Belladonna (ebd. p. 239), Digitalis (ebd. p. 273), Schierling (ebd. p. 290), Krähenaugen, Ignazbohne (ebd. p. 330) in das Zellgewebe oder in die Höhle der Pleura gebracht, als wenn sie von

k. dem nervenreichen Magen aufgenommen worden sind. k) Gleichwohl wird die Wirkung auf das Gesammtleben auch durch die Centralorgane des Nervensystems bestimmt. Nach Fontana wirkte der Vipernbiß bei Fröschen, denen der Kopf abgeschnitten oder das Rückenmark durchschnitten war, wenig oder gar nicht (Nr. 456. S. 200), und bei Kaninchen oder Hühnern, deren Blutlauf nach Abschneiden des Kopfes durch künstliches Athmen unterhalten wurde, nicht so schnell als sonst (ebd. S. 218); im letztern Falle erfolgte auch nach Brodie (Nr. 184. XII. S. 166 fgg.) bei Hunden auf Anwendung von Woorara oder Tabaksaufguß eine Beschleunigung des Herzschlags, während bei unverletzten Thieren das Herz dadurch zum Stillstande gebracht wird. Emmert (Nr. 482. I. S. 103 fg.) zeigte besonders den Antheil des Rückenmarkes. Upas, in das Zellgewebe des Schenkels gebracht, erregte Starrkrampf, wenn auch das Gehirn durch Durchschneidung des Rückenmarks unterhalb des Schädels getrennt war; nicht aber, wenn das Rückenmark nach Beibringung des Giftes sogleich zerstört wurde, ungeachtet der Blutlauf noch zehn Minuten fortdauerte; war der Starrkrampf bereits eingetreten, so hörte er in den Vorderbeinen auf, wenn der Brusttheil des Rückenmarks, und in den Hinterbeinen, wenn der Bauchtheil desselben zerstört wurde (Nr. 577. II. part. 1. p. 313 sq.). Segalas (Nr. 423. XII. p. 109 sq.) machte ähnliche Erfahrungen mit

l. dem Strychnin. l) Aus dem Allem ergiebt sich also, daß die hauptsächlich durch Affection des animalen Lebens wirkenden Gifte in den unmittelbar berührten Theilen des Nervensystems deren Thätigkeit angreifen, aber außer dieser örtlichen Störung keine allgemeine Wirkung hervorbringen, wenn sie nicht durch Aufsaugung in das Blut gelangen. Dem Blute beigemischt, können sie nun dasselbe so umändern, daß es zur Unterhaltung des Lebens unfähig und sein Einfluß, als die allgemeine materielle

Lebensbedingung (§. 746. 774. c), dem Organismus entzogen wird. Sie können aber auch selbst auf die Organe wirken, zu denen sie mit dem Blute gelangen: so können sie das Herz lähmen, oder auch ganz vorzüglich die Centralorgane des Nervensystems angreifen. Für die letztere von Emmert aufgestellte Ansicht sprechen mehrere Erfahrungen. Strychnin, bei unterbundner Bauchaorta in die Venen gesprützt, verursachte nur in den vordern, nicht in den Hinterbeinen Starrkrampf (Nr. 423. XII. p. 108 sqq.); und Opium tödete schon in kleinen Gaben, wenn es in die Carotis gesprützt wurde, während es bei Einführung in eine Schenkelarterie oder in eine Halsvene einer größern Gabe dazu bedurfte (Nr. 577. I. part. 2. p. 145). Manche Gifte brauchen aber nicht auf der gewöhnlichen Blutbahn zu Gehirn und Rückenmark geführt zu werden, sondern äußern ihre Wirkungen schon, sobald sie in das Blut aufgenommen sind, sei es nun, daß sie in Substanz in demselben sich nach allen Richtungen ausbreiten (§. 716. b), oder es in Masse inficiren. So tödet die Blausäure, in den Mund gebracht, schon nach wenigen Secunden; Upas oder Strychnin wirkten am stärksten, wenn sie in die Halsvenen infundirt wurden (Nr. 577. II. part. 1. p. 330); und Woorara wirkte eben so schnell, es mochte in die Carotis, oder in die Schenkelarterie, oder in die Halsvene gesprützt worden sein (Nr. 701. S. 16).

Organe der Aufsaugung.

§. 898. Alle organische Substanz überhaupt ist fähig, die mit ihr in Berührung gekommene Flüssigkeit in sich zu ziehen und sich damit zu tränken; aber nur die Organe des plastischen Lebens besitzen dabei auch das Vermögen, die in sie gedrungenen Flüssigkeiten weiter zu verbreiten und dem Lebenssafte zuzuführen. Dahin gehören zuvörderst die ektoplastischen, zum Verkehr mit der Außenwelt bestimmten und das Hautsystem ausmachenden Organe (§. 784). Der Einsaugung der Pflanzen werden wir, da sie mit der Ernährung zusammenfällt, unten (§. 917) gedenken. Am thierischen Körper nimmt A) die Haut a) Wasser A. a.

und demselben beigemengte nahrhafte Stoffe auf, und wenn es auch kein Thier geben sollte, bei welchem sie dieser Verrichtung ausschließlich vorsteht (§. 917. c), so hat sie doch jedenfalls bei vielen niedern Thieren bedeutenden Antheil daran. Nackte wirbellose Thiere, die in trockner Luft eingeschrumpft sind, schwellen in Wasser an: so z. B. die Fadenwürmer (Nr. 568. I. S. 508), Distomen (Nr. 134. p. 11), Echinorhynchen (Nr. 102. II. 2 Abth. S. 266) u. s. w.; die völlig ausgetrockneten Räderthiere werden dabei selbst wieder belebt. Schnecken fliehen die Trockenheit und suchen feuchte Luft: eine, die 358 Gran wog, wurde nach Spallanzani (Nr. 467. p. 137) im Wasser um 252 Gran schwerer und darauf in trockner Luft wieder leichter; in feuchtem Papier sogen Wegschnecken von 117 bis 144 Gran nach H. Nasse (Nr. 790. I. S. 482) binnen einer halben Stunde 40 Gran ein, und Gartenschnecken, die gegen 60 Gran wogen, binnen einer Viertelstunde 3 Gran. Frösche magern im Trocknen schnell ab und gewinnen im Wasser ihr voriges Volumen bald wieder, ungeachtet sie nicht trinken (Nr. 100. IV. S. 289): ein Frosch, der 566 Gran wog, verlor nach Edwards (Nr. 413. p. 596) an der Luft binnen 21 Stunden 85 Gran und gewann hierauf in Wasser binnen 4 Stunden 165 Gran wieder; ein 1294 Gran schwerer, welchen Bluff (Nr. 739. p. 22) unter trocknes Löschpapier gebracht hatte, wurde dabei in 36 Stunden um 104 Gran leichter und dann unter feuchtem Löschpapier in 3 Stunden wieder um 103 Gran schwerer. Die menschliche Haut saugt, wiewohl um Vieles schwächer, das Wasser ein. Collard de Martigny (Nr. 423. X. p. 304. XI. p. 79 sqq.) hielt die Hände eine halbe Stunde lang in Wasser und trocknete sie dann mit einem Tuche ab, welches 26 Gran davon aufnahm; das Gefäß war 104 Gran leichter geworden, als ein gleiches, mit eben soviel Wasser gefülltes daneben; es waren demnach, die an den Händen haftenden 26 Gran abgerechnet, 78 Gran eingesogen, und wenn auch die Verdunstung des Wassers durch die Hände vermöge deren Wärme vermehrt worden war, so mußte sie andererseits wegen Verkleinerung seiner Oberfläche abgenommen haben. Hielt er ferner die Hohlhand an die Basis eines mit

Wasser gefüllten und mit einer gebogenen Glasröhre verbundenen Trichters, so war sie nach 1½ Stunden angeschwollen, wie durch einen Schröpfkopf, und ließ sich schwer abziehen; es war also ein leerer Raum entstanden und das Wasser in der Röhre gesunken. — Über die Gewichtsveränderung des menschlichen Körpers bei einem drei= bis vierstündigen Bade hatte Seguin (Nr. 185. III. S. 586 fgg.) 33 Versuche angestellt und immer eine Abnahme beobachtet. Im Durchschnitte betrug der Verlust bei einer Temperatur von

10° im Bade 819 Gran; in der Luft 2255 Gran = 1:2,75
18° — — 1525 — — — — 3171 — = 1:2,07
28° — — 1005 — — — — 3088 — = 1:3,07

Hiernach verlor der Körper im Bade ungleich weniger als in der Luft, entweder, weil durch das feuchte Medium die Ausdünstung beschränkt, oder durch die Einsaugung ein Theil des erlittenen Verlustes ersetzt wurde. Seguin nahm Ersteres unbedingt an und behauptete, im warmen Bade werde durch die Feuchtigkeit der Luft auch die Lungenausdünstung vermindert. Allein diese beträgt, seinen eigenen Beobachtungen zufolge, unter den gewöhnlichen Verhältnissen in der Minute 7 Gran (§. 816. d), also in 4 Stunden 1680 Gran, und wird bei dem Zustande des Blutsystems im warmen Bade gewiß eher verstärkt als vermindert werden. Dagegen bestätigte Dill (Nr. 424. 1826. IV. p. 404) die schon von Kaauw (Nr. 95. V. p. 88) erwiesene Einsaugung: ein junger Mensch, der sonst in der halben Stunde 600 Gran durch Ausdünstung verlor, wurde in einem halbstündigen Bade von 24° R. um 30 Gran, und in einem Bade von 28° nach einer Viertelstunde um 60 Gran schwerer; ein Mann, der binnen 20 Minuten sonst 240 Gran ausdünstete, hatte, nachdem er eben so lange in einem Bade von 31° gesessen hatte, dasselbe Gewicht, so daß hier Ausdünstung und Einsaugung einander die Wage gehalten hatten. Berthold (Nr. 681. 1838. S. 178 fg.) war nach einem viertelstündigen Bade von 22° um 180 Gran schwerer geworden, hatte also, wenn seine Lungenausdünstung nach obigem Maaßstabe 105 Gran betrug, 285 Gran Wasser eingesogen; in einem Bade von 28° sog seine Haut nach

derselben Berechnung in einer Viertelstunde 276, in drei Viertelstunden 725 und in einer Stunde 930 Gran ein. Auch Madden hat eine Zunahme seines Gewichtes während eines halbstündigen Bades, wobei er mittels eines durch das Fenster geführten Rohrs äußere Luft athmete, beobachtet (Nr. 581. XXXIV. p. 187). — Collard de Martigny (Nr. 423. XI. p. 84) fand bei seinen oben angeführten Versuchen, daß Fleischbrühe oder Milch eben so wie Wasser eingesogen wurden; und so kann denn die Haut, wenn auch noch so unvollkommen, doch einigermaaßen für die Verdauungsorgane vicariiren. Bekanntlich haben schon viele Seefahrer bei Mangel an trinkbarem Wasser ihren Durst dadurch gelöscht, daß sie sich Umschläge von Tüchern machten, die in Seewasser getaucht waren. Currie behauptete, hier, wie im Bade, wirke nur die Verminderung der Ausdünstung, da während des Bades auch der Durst aufhöre und doch das Gewicht des Körpers nicht zunehme, also keine Einsaugung Statt finde. Allein theils hatte er hier die auch im Bade fortdauernde Ausdünstung übersehen, theils widerlegte er sich selbst durch eine von ihm gemachte Beobachtung. Ein Mann nämlich, der wegen scirrhöser Verschließung der Speiseröhre keinen Tropfen Flüssigkeit zu sich nehmen konnte, bekam außer nährenden Klystieren laue Bäder von Wasser und Milch: nach jedem Bade fühlte er sich gestärkt und seinen Durst gelöscht; auch verlor er an Harn und Darmausleerung mehr, als die Klystiere betrugen und auch mehr, als die Gewichtsabnahme seines Körpers ausmachte. In einem ähnlichen Falle beobachtete Cruikshank (Nr. 727. I. S. 96), daß laue Bäder den Durst löschten und die vorher stockende Harnabsonderung wiederherstellten. Ein anderer Kranker der Art wurde nach van Mons (Nr. 243. 1827. S. 502) dadurch eine Zeit lang am Leben erhalten, daß man mit Fleischbrühe getränkte Schwämme ihm an verschiedenen Stellen auflegte. — b) Die Einsaugung dem Organismus fremdartiger Substanzen erhellt erstlich aus der Abnahme ihrer Menge, nachdem sie eine Zeit lang mit der Haut in Berührung gestanden haben. Seguin (Nr. 185. III. S. 593) ließ den Arm eine Stunde lang in eine 18° warme Auflösung von 2 Scrupeln Sublimat in

b.

10 Pfund Wasser halten und fand darauf, daß 1 bis 2 Gran Sublimat verschwunden waren, und als er von jeder der folgenden Substanzen 72 Gran zehn Stunden lang, mit einem Uhrglase bedeckt, auf dem Unterleibe hatte liegen lassen, war vom Scammonium 1/4 Gran, vom Kalomel 2/3 Gran, vom Gummigutt 1 Gran, vom Brechweinstein 5 und vom Alembrothsalze 10 Gran weniger vorhanden (ebd. S. 597). — Zweitens äußern die mit der Haut in Berührung gesetzten fremden Stoffe ihre specifischen Wirkungen auf die Lebensthätigkeit; so erfolgt eine Vergiftung durch an Lippen oder Eichel angebrachten syphilitischen Stoff, oder durch auf die Kopfhaut gestreuten Arsenik; Einreibungen von Quecksilber verursacht Speichelfluß, von Canthariden Harnbrennen; Purganzen, wurmwidrige und andere Arzneimittel wirken auch bei äußerer Anwendung, wovon Haller (Nr. 95. V. p. 85—88), Sömmerring (Nr. 570. S. 529 fg.) und Andere Beispiele zusammengestellt haben. — Ferner hat man die mit der Haut in Berührung gebrachten Stoffe zuweilen im Blute entdeckt: Autenrieth und Zeller (Nr. 184. VIII. S. 228 fgg.), Schubarth (Nr. 449. 1823. II. S. 419) und Buchner gewannen bei Destillation des Blutes von Thieren, denen Quecksilber eingerieben worden war, Einiges von diesem Metalle wieder, wiewohl andere Versuche von Rhades, Abele, Gnuschke keines nachwiesen; Lebküchner (Nr. 423. VII. p. 424) fand salzsauren Baryt, der Kaninchen eingerieben worden war, in deren Blute; Cantu (Nr. 576. II. p. 291) und Bennerscheidt (ebd. IV. p. 383) erkannten das Kranken eingeriebene Jod in deren Blute; nach einem Fußbade, welchem blausaures Kali zugesetzt war, fand Westrumb (Nr. 243. 1827. S. 506) dieses Salz in dem durch Schröpfköpfe aus dem Schenkel gezogenen Blute, und nachdem er den Arm in einem Absude von Rhabarber gebadet hatte, zeigte sich dieser im Blute (ebd. S. 508). So erkannte auch Bluff (Nr. 739. p. 23 sq.) Blausäure im Blute von Sperlingen, denen er welche unter den Flügeln, und von Hunden, denen er sie an der abgeschornen Brusthaut aufgestrichen hatte; auch fand Jacobson (Nr. 199. XVII. p. 331) bei Schnecken das äußerlich angebrachte blausaure Kali im Blute.

Daß endlich die von der Haut eingesogenen Stoffe zuweilen in den Secretionen zu entdecken sind, ist schon oben (§. 865. b. h. l) durch einige Beispiele belegt worden. Wir fügen nur noch hinzu, daß, nachdem Rousseau (Nr. 184. VIII. S. 383) den Harn nach Einwirkung des Dunstes vom Terpenthinöle auf die Haut unverändert gefunden und deshalb die Einsaugung der letztern gänzlich geleugnet hatte, auch entgegengesetzte Erfahrungen gemacht worden sind. Bradner Stuart (Nr. 185. I. S. 151 fgg.) badete 2½ Stunden lang in einem gesättigten Aufgusse von Färberöthe und entdeckte diese dann im Harne, der beim Zusatze von kohlensaurem Kali sich lebhaft röthete; auf gleiche Weise zeigte sich Rhabarber und Curcume im Harne nach einem Bade in einem Aufgusse dieser Substanzen, und nachdem er, durch ein nach der Straße geleitetes Rohr mit an Mund und Nase angelegtem Klebpflaster athmend, Knoblauchpflaster unter den Achseln, so wie an der innern Fläche der Schenkel und Knöchel 1½ Stunden getragen hatte, zeigte sich einige Stunden später der specifische Geruch des Knoblauchs im Athem und im Harne. Eben so fand Sewall (ebd. II. S. 146) beim Zusatze von Kali zum Harne die eigenthümliche Färbung von Färberöthe und Rhabarber, nachdem er in einem Aufgusse dieser Substanzen Fuß

B. oder Hand eine Zeit lang gebadet hatte. — B) In der Atmosphäre befindliche Dünste werden eingesogen, ohne daß sich genau bestimmen läßt, wie groß der Antheil der Haut oder der Lungen

c. daran ist. c) In feuchter Luft verlieren nach den Beobachtungen von Edwards (Nr. 413. p. 259. 362) Frösche und Meerschweinchen nichts von ihrem Gewichte, und da ihre Ausdünstung in solchem Falle zwar beschränkt, aber doch nicht ganz aufgehoben sein kann, so muß eine ihr gleich starke Einsaugung der Grund davon sein, daß das Gewicht sich gleich bleibt. Maulwürfe und andere in der Erde oder in Höhlen lebende Thiere sterben in trockner Luft sehr bald. — Nicht selten nimmt der menschliche Körper ohne Genuß von Nahrung schnell an Gewicht zu: Fontana war nach einem zweistündigen Spaziergange in feuchter Luft um einige Unzen schwerer geworden, ungeachtet in dieser Zeit ein Abführmittel gewirkt hatte, und Home fand eines

Morgens sein Gewicht größer als Abends zuvor, wiewohl er in der Nacht geschwitzt hatte (Nr. 727. I. S. 96). So hatte Keil einst in der Nacht 18 Unzen, und Lining in 2½ Stunden 8 Unzen Feuchtigkeit aus der Luft eingesogen (Nr. 413. p. 364); Gorter schätzt diese Einsaugung während der Nacht auf 2 bis 6 Unzen (Nr. 95. V. p. 89). Es ist daher begreiflich, wenn man in feuchter Luft weniger trinkt und doch mehr harnt; und zum Theil mag es auf solcher Einsaugung beruhen, wenn der Körper in feuchtem Klima aufgedunsen und an wässerigen Feuchtigkeiten reicher wird. Am augenscheinlichsten ist dies bei der Harnruhr. So, um nur einige Beispiele anzuführen, beobachtete Dill (Nr. 424. 1826. IV. p. 404) einen Kranken der Art, der ein Jahr lang täglich mehr an Harn ausleerte, als er an fester und flüssiger Nahrung zu sich nahm; bei einem Andern betrug die Quantität des Harnes während fünf Wochen 140 Pfund mehr, als die aufgenommenen Speisen und Getränke, und ein Theil davon kommt bei der dabei Statt findenden Abmagerung auf Rechnung der eingetretenen Zersetzung der festen Theile; allein der Kranke hatte in diesem Zeitraume nur 27 Pfund an Gewicht verloren, mußte folglich immer noch 113 Pfund aus der Atmosphäre eingesogen haben. Boerhaave hat auch Fälle von Wassersucht beobachtet, wo die Kranken bei einem reichlichen Harnabgange fast gar nichts tranken und dennoch immer mehr schwollen. d) Was fremdartige Substanzen anlangt, so verursacht das Schlafen in einem Raume, wo viel Brandwein liegt, einen der Trunkenheit ähnlichen Zustand und Kopfweh; und beim fortdauernden Aufenthalte in einem Zimmer mit Kranken, welche Quecksilbereinreibungen gebrauchen, entsteht oftmahls Speichelfluß. In Zimmern, die neu mit Oelfarbe angestrichen sind, erhält der Harn nach Bichat (Nr. 559. p. 301) von dem der Farbe beigemischten Terpenthinöle einen Veilchengeruch; unter faulenden Leichnamen nehmen die Blähungen des Zergliederers denselben aashaften Geruch an, und dies war bei Bichat (Nr. 103. II. Theil 2. S. 207) auch dann der Fall, wenn er bei verstopfter Nase durch eine zum Fenster hinausgeführte Röhre athmend arbeitete, so daß hier die Haut allein einsaugen konnte. Nicht

d.

selten ist es, daß ein Mensch, der eine Zeit lang Jalappe stößt, Purgiren bekommt, wo freilich auch der mit dem Speichel verschluckte Staub wirken kann; Ähnliches beobachtete aber Rochefort (Nr. 728. S 201) auch vom langen Aufenthalte in der Nähe eines großen Vorraths von Sennesblättern. C) Die Lungen nehmen e) auch tropfbares Wasser auf. Schon Haller (Nr. 95. VI. p. 89) nahm an, daß etwas Feuchtigkeit beim Schlingen in den Kehlkopf treten kann, ohne Husten zu erregen. In neuern Zeiten hat man Thieren Wasser durch die Luftröhre in die Lungen gesprützt: bei größern Quantitäten wurde das Athmen schwer und der Puls schwach, aber bald erholten sich die Thiere wieder, da das Wasser unstreitig eingesogen worden war. So vertrugen Katzen nach Goodwyn 2 Unzen, Hunde nach Segalas (Nr. 216. IV. p. 285) ein Glas voll, Pferde nach Gohier über 2 Maaß, Kaninchen nach Mayer (Nr. 185. III. S. 494) binnen 24 Stunden nach und nach eingesprützt $4^1/_2$ Unzen. Dessault sprützte einst einem Kranken Bouillon aus Versehen, statt in den Magen, in die Lungen, ohne daß darauf schwere Zufälle eingetreten wären (Nr. 789. I. p. 31). f) Fremdartige Stoffe werden ebenfalls von den Lungen aufgenommen, wie sich zuvörderst aus ihren Wirkungen auf das Gesammtleben ergiebt. Steckte Piollet (Nr. 199. VII. p. 220) den Kopf in den Dunst von Weingeist, so erfolgte Berauschung; Strychnin in die Lungen gesprützt, tödete nach Magendie (Nr. 789. I. p. 31) die Thiere alsbald; wird einem Meerschweinchen Blausäure unter die Nase gehalten, so ist es auf der Stelle scheintodt, und hält man ihm dann Ammonium unter die Nase, so kommt es wieder zu sich (ebd. p. 132). Die meisten, und nach Magendie (ebd. p. 69) alle Contagien werden von den Athmungsorganen eingesogen. — Sodann ist das in die Lungen gesprützte blausaure Kali auch im Blute zu erkennen, wie die Beobachtungen von Mayer (Nr. 185. V. S. 47), Seiler (Nr. 242. II. S. 387) und Piollet (a. a. O.) beweisen. Endlich sind die hier eingesogenen fremdartigen Stoffe auch in dem Harne (§. 865. c), der Galle (§. 865. m) und in andern Secreten, wie auch in festen Theilen wiedergefunden worden, namentlich

von Mayer (Nr. 185. III. S. 498. V. S. 47) und Piollet. — D) Daß die Verdauungsorgane g) Wasser und Nahrungsstoffe einsaugen, ergiebt sich nicht allein aus den Wirkungen auf das Leben, sondern auch aus dem offenbaren Verschwinden solcher Flüssigkeiten. Magendie ließ Hunde, denen er den Pylorus unterbunden, reines oder mit andern Substanzen versetztes Wasser saufen und fand nach einer Stunde nichts mehr davon im Magen; Tiedemann und Gmelin beobachteten, wie färbende und andere Stoffe im Verlaufe des Darmcanals sich allmählig verlieren; bei einem längern Aufenthalte im Darme wird der Koth immer fester; hält man die Diarrhoe zurück, so wird der Stuhlgang fest und nach Klystieren erfolgen oft nur feste Ausleerungen. h) Aufgenommene fremde Substanzen sind oftmahls im Blute gefunden worden: so z. B. Rhabarber von Westrumb (Nr. 185. VII. S. 528), Indigo von Tiedemann und Gmelin (Nr. 222. S. 25); verschiedene Riechstoffe von Denis (Nr. 532. p. 82); blausaures Kali von Tiedemann und Gmelin (Nr. 222. S. 13), Seiler und Ficinus (Nr. 242. II. S. 384), Mayer (Nr. 185. III. S. 487. VI. S. 39), Westrumb (ebd. VII. S. 529—534), Home (Nr. 172. 1811. p. 163), schwefelsaures Eisen von Tiedemann und Gmelin (Nr. 222. S. 8), Blei von denselben (ebd. S. 12), Jod von Cantu (Nr. 576. II. p. 291), Schwefelsäure von Bouchardat (Nr. 583. XVII. p. 372). So war auch das Blut nach Segalas (Nr. 423. XII. p. 105) bei Thieren, denen er Weingeist in den Magen gebracht hatte, mehr dicklich, und nach Arnold (Nr. 186. II. S. 134) bei solchen, die Salmiak bekommen hatten, dünnflüssiger als sonst. Beispiele vom Übergange fremder Stoffe in secernirte Flüssigkeiten und feste Theile findet man oben (§. 865. A. B. a. f. n. F. G), so wie bei Haller (Nr. 95. VII. p. 56—61) angeführt.

D. g.

h.

§. 899. Auch von den entoplastischen, zum innern Verkehr bestimmten Organen (§. 781) werden fremde Stoffe aufgenommen, um in das Blut geführt zu werden. a) Wenn man in das Zellgewebe Luft, Eiter (Nr. 216. II. p. 7) oder andere Flüssigkeiten einsprützt und die Öffnung verschließt, so verschwinden

a.

sie in kurzer Zeit. In das Zellgewebe eingesprütztes blausaures Kali zeigte sich nach einiger Zeit im Blute (Nr. 199. IV. p. 54). Aloetinctur, auf cariöse Knochen reichlich angewendet, vermehrte die Darmausleerung (Nr. 728. S. 201). Blausaures Kali, unter die Haut gebracht, fand sich in den festen Theilen und in secernirten Säften wieder (Nr. 625. p. 48 sq.); dasselbe, wie das beigemischte Osmazom erschien im Harne (Nr. 216. VIII. p. 206 sq.); der Odem roch nach Kampher, den Magendie bei Hunden in das Zellgewebe gebracht hatte, und nach Terpenthinöl, welches Wedemeyer (Nr. 529. S. 447 fg.) einem Kranken in Fisteln am Rücken eingesprützt hatte. b) Fremdartige Flüssigkeiten in seröse Säcke eingebracht, verschwinden bald, wie dies in Betreff des Bauchfells z. B. Haller (Nr. 95. VI. p. 343) von Wasser und Wein, Christison (Nr. 701. S. 11) von Oxalsäure und Hering (Nr. 185. IV. S. 498—533) von verschiedenen Substanzen beobachtete; auch das in die Spinnwebenhaut des Gehirns gesprützte Blut verschwindet bald und geht zum Theil mit dem Harne ab (Nr. 464. III. S. 9). Strychnin in die Pleura (Nr. 789. I. p. 21) und bitteres Mandelöl auf den Bauchfellüberzug der Leber oder des Darms (Nr. 625. p. 20) gebracht, bewirkten bald die ihnen eigenthümlichen Vergiftungszufälle. Das in die Bauchhöhle gesprützte blausaure Kali erkannte Lebküchner (Nr. 423. VII. p. 424) im Blute wieder. Vom Übergange fremder Stoffe in Secretionen sind oben (§. 865. d. g) Beispiele angeführt worden und von der Wiederaufnahme einheimischer Stoffe wird unten (§. 910) die Rede sein.

§. 900. Während die Aufsaugung bei den blutlosen Thieren in der organischen Substanz ohne Unterschied erfolgt, wird sie da, wo es einen Kreislauf giebt, durch besondere Elementargewebe der Organe, und zwar durch die rückführenden Gefäße vermittelt. Denn die centripetale Strömung in diesen Gefäßen bezeichnet eben die Tendenz zur Vereinigung und Indifferenzirung, im Gegensatze zur centrifugalen, auf Entwickelung aus dem Blute hinwirkenden Richtung (§. 775. 777). Die Anerkennung solcher centripetalen Richtung ist von der Vorstellung einer Aufsaugung so unzertrennlich, daß bei vergifteten Wunden an den Gliedmaaßen

schon in uralten Zeiten und unter ganz rohen Völkern eine Unterbindung zwischen der Wunde und dem Rumpfe, als Mittel die Einwirkung des Giftes auf das Gesammtleben zu verhüten, in Gebrauch gewesen ist. Wie überall bei einer höhern Organisation die Functionen mehr vertheilt und an verschiedene Organe verwiesen werden, so tritt bei den Wirbelthieren zu den Venen, welche bei den Wirbellosen der Rückführung allein vorstehen, das System der Lymphgefäße (§. 783. g) hinzu, welche in ihren Wurzelanfängen mit dem Blutsysteme in keiner Verbindung stehen, an ihren Enden aber in Venen münden und somit als Wurzeln derselben anzusehen sind. Nach dem allgemeinen Gesetze der organischen Entwicklung schreiten sie in den verschiedenen Classen der Wirbelthiere zu immer größerer Besonderheit fort: sind sie bei den Fischen einfache Canäle, welche hin und wieder Erweiterungen bilden, durch Anastomosirung unter einander Geflechte darstellen und außer einer Mündung ihres Hauptstammes in eine vordere Vene noch mit vielen Zweigen in andere Venen sich einsenken, so erhalten sie bei den Amphibien Klappen, wiewohl sparsam und lose, so daß man leicht von den Stämmen aus die Zweige injiciren kann. Bei den Vögeln bilden sie auch meist noch Geflechte, die aber am Halse durch Concentration und Zutritt von mehrern Blutgefäßen, so wie von dazwischentretendem und umhüllendem Zellgewebe zu eigenen Gebilden, den sogenannten Lymphdrüsen, richtiger Lymphganglien (§. 783. o), oder nach Krause (Nr. 597. I. S. 29) Lymphknoten, entwickelt sind. Bei den Mammalien sind diese Ganglien zahlreicher und mehr ausgebildet und die Verbindungen mit dem Venensysteme nicht mehr so ausgebreitet. A) Der kleinere Lymphstamm nimmt die Lymphgefäße von Kopf, Hals, Brust und Arm der rechten Seite auf und mündet in die Vereinigung der rechten Hals- und Armvene; der in die gleichen Venen der linken Seite sich einsenkende Hauptstamm (ductus thoracicus sinister oder schlechthin) ist durch das Zusammentreten der Lymphgefäße des übrigen Körpers gebildet; bisweilen scheint der kleinere Lymphstamm zu fehlen und der Hauptstamm alle Lymphgefäße aufzunehmen. Wie übrigens das ganze System unzählige Varietäten darbietet, so sind auch beide

A.

Stämme bei ihrer Mündung in die genannten Venen nicht selten getheilt. Ob nun das Lymphsystem auch noch an andern Stellen in Venen mündet, ist eine für die Physiologie nicht unwichtige anatomische Streitfrage. a) Lippi hatte behauptet, daß die Lymphgefäße sowohl in ihren Wurzeln mit Venen in offnem Zusammenhange stehen, als auch bei ihrem weitern Verlaufe häufig in Venen münden, namentlich in die innere Schamvene, Nierenvene, Pfortader, unpaarige Vene und Hohlvene. Allein es ist, besonders durch Fohmann (Nr. 733. I. S. 4 fgg.), Panizza (Nr. 737. p. 68 sqq.) und Lauth (Nr. 735) erwiesen, daß dergleichen Einmündungen frei liegender Lymphgefäße zwar den Fischen, Amphibien und Vögeln, aber nicht den Mammalien eigen sind, und daß Lippi kleine Venenzweige für Lymphgefäße angesehen haben muß. Hiermit ist nicht geleugnet, daß solche Verbindungen als Varietäten vorkommen können, wie denn Wutzer (Nr. 681. 1834. S. 311 fgg.) dergleichen Fälle anführt und die eigene Beobachtung von einem in die unpaarige Vene mündenden, in seinem obern Theile aber verschlossenen Bruststamme (ductus thoracicus) mittheilt. — b) Der ältere J. F. Meckel (Nr. 721. p. 11. 16 sqq.) sah Injectionen aus den Lymphknoten des Magens in die linke Magennetzvene und aus denen des Halses und der Achseln in Hals- und Schlüsselbeinvenen übergehen; auch ließ er mehrere aus Lymphknoten in die Magenvene tretende Lymphgefäße abbilden (Nr. 723. tab. IV). Späterhin (Nr. 722. p. 5 sqq.) bemerkte er, daß die aus den Lymphknoten in Venenstämme gehenden Gefäße Venenzweige waren, und nahm daher an, daß innerhalb dieser Knoten eine unmittelbare Verbindung von beiderlei Gefäßen sei, indem die den Knoten zugeführte Flüssigkeit zwar leichter in austretende Lymphgefäße trete, durch Druck aber auch in Venen getrieben werden könne. Abernethy (Nr. 184. II. S. 235 fgg.) glaubte in den Gekrösknoten von Walfischen offene Mündungen der Blutgefäße zu sehen und trieb bei andern Thieren Luft aus den Lymphknoten in Venen, aber, wie er glaubte, vermittelst austretender Lymphgefäße. Fohmann widerlegte die Annahme offener Mündungen innerhalb der Lymphknoten (Nr. 734. p. 13) und eines Über-

ganges austretender Lymphgefäße in Venen, und behauptete dagegen in Folge vielfacher Untersuchungen, daß die Lymphgefäße innerhalb der Knoten entweder zum Theil oder auch gänzlich in Venen münden. So gingen Injectionen aus den Lymphgefäßen des Gekröses beim Menschen besonders durch die dem Darme zunächstliegenden Gekrösknoten in Venen über (Nr. 732. S. 25), ferner bei Hunden, wo die aus den zusammengehäuften Gekrösknoten (pancreas Asellii) tretenden Lymphgefäße noch einmal so eng sind als die eintretenden (ebd. S. 35), bei Pferden (ebd. S. 55) und Rindern (ebd. S. 58). An den Lymphknoten der Gliedmaaßen machte er ähnliche Beobachtungen (ebd. S. 30. 39). Es kamen ihm aber auch Fälle vor, wo die Injection aus den Lymphknoten nur in Venen ging und keine austretenden Lymphgefäße zu entdecken waren: so bei einigen Gekrösknoten des Menschen (ebd. S. 32), des Hundes (ebd. S. 36), der Katze (S. 41) und des Marders (ebd. S. 43), und einigen Achseldrüsen des Menschen und des Hundes (ebd. S. 40); besonders aber behauptete er, daß beim Seehunde aus sämmtlichen Gekrös- und Bronchialknoten nur Venen und keine Lymphgefäße treten (ebd. S. 44 fg.). Lauth machte ähnliche Beobachtungen (Nr. 735. p. 35) und erklärte, daß die Lymphgefäße im Innern der Lymphknoten zum Theil, bisweilen aber auch ohne alle austretende Lymphgefäße gänzlich in Venen münden (Nr. 777. II. S. 238). Panizza (Nr. 737. p. 42—47) hält sich mehr an seine Beobachtungen, nach welchen er Injectionen aus den verschiedensten Lymphknoten des Menschen durch austretende Venenzweige in benachbarte Venenäste hat übergehen sehen. Rossi (Nr. 423. X. p. 439 sqq.), Amussat (ebd. XIV. p. 111), Mayo (Nr. 689. p. 160), Luchtmans (Nr. 196. XLI. S. 183) machten ähnliche Beobachtungen. B) Schon Stenson, Kaauw und mehrere Andere hatten Flüssigkeiten aus einzelnen Lymphgefäßen in verschiedene Venen übergehen sehen; Haller (Nr. 95. I. p. 172—180) hält aber diese Beobachtungen für verdächtig und glaubt, daß sie nur Varietäten betroffen oder auf einem Irrthume beruht haben, da die Natur einen längern Aufenthalt des Chylus und der Lymphe innerhalb ihrer Gefäße damit zu beabsichtigen scheint, daß

B.

die Lymphgefäße überall dicht an Venen liegen und doch ihren Lauf zum Lymphstamme fortsetzen, dieser auch an den Venenstämmen, ohne in sie zu münden, vorübergeht, um erst in die Schlüsselbeinvene sich zu ergießen. c) Fänden mehrfache Übergänge Statt, so würden die Injectionen der Lymphgefäße kaum jemals vollständig gelingen, indem das Quecksilber in die geräumigern Venen abfließen würde, wie es auf solche Weise die Anfüllung des Brustſtammes zu vereiteln pflegt, wenn dieser oder die Schlüsselbeinvene nicht unterbunden ist. Nun ist es aber ganz in der Regel, daß jede Injection irgend eines Lymphgefäßes ohne Abweichung bis in den Bruststamm gelangt. d) Der Übergang in Venen innerhalb der Lymphknoten erfolgt daher, wenn er auch öfters beobachtet worden ist, doch nur ausnahmsweise, und wenn der Abfluß durch die austretenden Lymphgefäße erschwert ist. So konnte Antomarchi (Nr. 199. XVIII. p. 161) gewöhnlich durch vermehrten Druck eher die Lymphgefäße zerreißen, als das Quecksilber aus den Ganglien in die Venen treiben, und wenn ihm dies gelang, so trat es öfters auch in Arterien (ebd. p. 8 sqq.). Es ist also hier derselbe Fall wie bei den aus einer Art von Canälen in eine andere Art bisweilen übergehenden Injectionen (§. 877. l). So hat Mayo (Nr. 689. p. 160) Dinte aus einer Gekrösarterie eines Hundes in die Venen und Lymphgefäße des Gekröses, und aus der Leberarterie in die Lymphgefäße der Leber getrieben. e) Es kann in solchen Fällen eine Zerreißung Statt finden, und dies ist um so wahrscheinlicher, da das Quecksilber, wenn es einmal in die Venen überzugehen anfängt, dann plötzlich und leicht, selbst aus den angefüllten Lymphgefäßen, abfließt (Nr. 569. III. S. 116). Hewson (Nr. 553. III. p. 153) sah solchen Übergang an menschlichen Leichnamen nur bei krankhaften Lymphknoten, und Mascagni (Nr. 727. II. S. 46 fg.), so wie Astley Cooper (Nr. 680. I. S. 69) erklären ihn nur für Wirkung der Zerreißung; wirklich haben Antomarchi (Nr. 199. XVIII. p. 165) und Biancini (ebd. XXI. p. 2 sqq.) dabei ein Extravasat erkännt und Letzterer sah, wenn er die aus einem Lymphknoten tretenden Lymphgefäße unterbunden hatte, das Quecksilber durch eine solche Ruptur sowohl in Venen als auch

in Arterien abfließen. f) Wenn aber sorgfältige Beobachter kein Extravasat dabei gesehen haben, so kann das Quecksilber von dem Drucke durch die dünnen Wandungen der aneinander liegenden Lymphgefäße und Venen gedrängt worden sein, so wie Injectionen aus den Lungenarterien leicht in die Bronchien sich treiben lassen (Nr. 569. III. S. 115). g) Jedenfalls ist die Continuität eines Lymphgefäßes und einer Vene innerhalb eines Lymphknotens noch nicht anatomisch darzulegen gewesen; Alb. Meckel (Nr. 243. 1828. S. 172) vermochte dies nicht, als es ihm gelungen war, die Injection durch einen Gekrösknoten in eine Vene zu treiben. h) Gingen die Lymphgefäße außer ihren Stämmen noch an mehreren Puncten in das Venensystem über, so müßte die Flüssigkeit nach Unterbindung der Stämme ungehindert abfließen. Dies ist aber nicht der Fall, vielmehr erfolgt dann eine widernatürliche Ausdehnung und endlich Berstung (§. 907. d). i) Der entscheidende Grund für den unmittelbaren Übergang wäre der Mangel aller ausführenden Lymphgefäße an den Gekrösknoten des Seehundes: allein Rosenthal (Nr. 196. II. S. 5) hat diese ausführenden Lymphgefäße hier nachgewiesen, und Knox (ebd. VIII. S. 49—53) hat sich ebenfalls von ihrem Dasein und ihrem ununterbrochnen Fortgange zum Lymphstamme überzeugt, auch bei dem Delphin dasselbe und nicht die von Abernethy beim Walfische behauptete Verbindung mit Venen gefunden, und nur bei schon eingetretener Fäulniß einen Übergang der Injection in Venen gesehen. So mag denn der Übergang des Quecksilbers in die Venen eben nur darauf beruht haben, daß die austretenden Lymphgefäße wegen irgend eines Umstandes unwegsam waren. k) Die vielen sichtbaren Einmündungen der Lymphgefäße in die Venen bei den drei untern Classen der Wirbelthiere ist kein hinreichender Grund, dieselben auch für die vierte Classe anzunehmen, da eine höhere Concentrirung des Lymphsystems auch durch weitere Ausbildung der Lymphknoten als charakteristisch für die Mammalien sich beweist. — So kommen wir denn am Ende auf Hallers Ansicht zurück, daß eine mehrfache Mündung des Lymphsystems außer der in die Hals- und Schlüsselbeinvene als Normalbildung weder erwiesen, noch auch wahrscheinlich ist, daß

f. g. h. i. k.

sie aber bei den zahllosen Varietäten dieses Systems hin und wieder vorkommen kann.

§. 901. Die organische Substanz überhaupt besitzt Penetrabilität, und diese muß in den Wurzelanfängen der rückführenden Gefäße bei der Zartheit ihrer Wandungen einen vorzüglich hohen Grad erreichen, so daß es sich kaum anders denken läßt, als daß auch jede Art dieser Gefäße irgend welche Stoffe in sich aufnehme. Nun liegen uns zwei unbezweifelte Thatsachen vor: die Lymphgefäße des Darms führen den durch die Verdauung aus nahrhaften Stoffen gebildeten Chylus; und die Venen der Lungen führen das durch Aufnahme von Stoffen aus der Atmosphäre umgewandelte Blut. Jene Lymphgefäße und diese Venen sind aber im Wesentlichen denen anderer Organe gleich: mithin werden überall beiderlei Gefäße an der Einsaugung Theil nehmen können, wenn auch jedes derselben in manchen Organen und für manche Stoffe vorzugsweise zur Aufnahme geschickt ist. Da die einfachste und allgemeinste Erfahrung am sichersten entscheidet, so wünschte ich, hierbei stehen bleiben zu dürfen. Ich muß jedoch die verschiedenen Erfahrungen und Behauptungen über das Einsaugungsvermögen der Lymphgefäße und der Venen zusammenstellen, theils um das, was in obigem Satze noch als Annahme erscheint, im Besondern nachzuweisen, theils um einige Fingerzeige für die Erkenntniß der Gesetze der Einsaugung zu erhalten, theils um der literarischen Vollständigkeit willen. — Hatte man im Alterthume nur einen unmittelbaren Übergang der Stoffe in das Blut gekannt, so schrieben nach Entdeckung des Lymphsystems die meisten Physiologen das Geschäft der Einsaugung beiden Arten rückführender Gefäße zu; die Meinung, daß die Lymphgefäße diesem Geschäfte allein vorständen, wurde erst bei erweiterter anatomischer Kenntniß derselben, besonders durch W. Hunter, Cruikshank und Mascagni herrschend, bis endlich Magendie diesen Gefäßen allen Antheil an der Einsaugung, mit Ausnahme der des Chylus, absprach, während nur wenig neuere Physiologen, z. B. Prochaska (Nr. 593. S. 54), beiderlei rückführende Gefäße als einsaugend anerkannten. Bei dem Streite darüber haben sich die Parteien auf einem sehr schwankenden

Boden bewegt: was die einfache Beobachtung der Natur lehrte, wurde von der Einseitigkeit oft willkührlich gedeutet, und unter den verschiedenen Antworten, welche die Natur auf die in Experimenten ihr vorgelegten Fragen ertheilte, stellte man diejenigen als entscheidend auf, welche der vorgefaßten Meinung entsprachen. Wenn fremde Stoffe bloß in Venen und ein anderes Mahl bloß in Lymphgefäßen wiedergefunden wurden, so wurde der eine Fall von dieser, der andere von jener Partei als Beweis benutzt, der entgegengesetzte Fall aber entweder ignorirt oder geleugnet. Wie wenig solche einzelne Beobachtungen als entscheidend gelten können, geht daraus hervor, daß die fremden Stoffe nicht selten in den secernirten Flüssigkeiten und dennoch weder in den Venen noch im Lymphsysteme gefunden werden (§. 902. k), ungeachtet sie doch durch die eine oder die andere Art dieser Gefäße hindurchgegangen sein müssen. Sie können bei einzelnen Individuen und bei gewissen Lebenszuständen von den Venen oder von den Lymphgefäßen, oder von beiden eingesogen worden und entweder schneller durch Secretion ausgeschieden, oder in Lymphe und Blut so eingehüllt und neutralisirt sein, daß man sie darin nicht zu entdecken vermag. Findet man sie im Blute, so können sie durch den Lymphstamm, oder wie Fohmann (Nr. 732. S. 82) meint, durch Zweige innerhalb der Lymphknoten in die Venen übergeführt worden sein. Finden sie sich aber im Lymphsysteme, so können sie aus dem Blute dahin abgesetzt worden sein: denn Hering (Nr. 186. III. S. 93. 102. 105. 108. 115) fand blausaures Kali bei Pferden, denen er es in die Halsvene infundirt hatte, und die ungefähr eine Viertelstunde danach gestorben waren, im Lymphstamme, aber nicht in den Lymphknoten, so daß es unmittelbar dahin gelangt zu sein schien, und dies Salz war selbst bei einem Pferde, welches eine Minute nach der Infusion durch Einblasen von Luft in die Venen und Durchschneidung des verlängerten Markes getödet worden war, im Lymphstamme, so daß wir wohl fragen dürfen, ob nicht auch in manchen andern Fällen eine eingesogene fremde Substanz erst nach dem Tode durch gemeinartige Penetration (§. 833. C) in ein anderes Gefäß gelangt sein mag?

§. 902. Was nun zuvörderst die Verdauungsorgane betrifft, so hat man A) die Einsaugung durch Venen als wahrscheinlich dargestellt. a) Daraus, daß das Blut der Pfortader nicht gerinnt, hatte Boerhaave gefolgert, es müsse etwas aus dem Darme aufgenommen haben, und so behauptete Walter (Nr. 729. S. 38), es habe seine Gerinnbarkeit durch den Zutritt von Lymphe und Chylus verloren; allein schon durch die Secretion von Magen- und Darmsäften, so wie durch den Aufenthalt in der Milz, kann es eine bedeutende Umwandlung erfahren haben, und da Chylus und Lymphe gerinnbar sind, so können sie ihm seine Gerinnbarkeit nicht rauben. b) Eben so wenig bewies der stärkere Durchmesser der Darmvenen in Vergleich zu den Arterien (ebd. S. 40), denn Haller (Nr. 95. VII. p. 64 sq.) zeigte, daß dieser Unterschied nicht bedeutender sei als in andern Organen; daß aber die Venen überhaupt geräumiger sind als die Arterien, beruht auf ihrer größern Dehnbarkeit und auf dem langsamern Blutlaufe in ihnen und kann nicht von Einsaugung herrühren, wie schon oben (§. 700. c. 4) nachgewiesen ist. c) Ein gewichtigerer Grund für die Theilnahme der Venen an der Einsaugung ist die geringe Capacität des Lymphstammes. Haller (ebd. p. 66) schätzt den Durchmesser desselben auf eine Quadratlinie und berechnet danach, daß, wenn auch der Lauf der Flüssigkeit im Lymphsysteme eben so rasch wäre, wie in den Venen anzunehmen ist, nämlich 66 Fuß in der Minute, binnen einer Stunde nur 5/4 Pfund durchgehen könnte, da doch Fälle vorkommen, wo in wenigen Stunden 12 bis 16 Pfund Mineralwasser getrunken und großentheils durch den Harn wieder ausgeleert werden. Freilich sind auch diese Berechnungen nicht entscheidend, denn bei einer ungewöhnlich starken Einsaugung kann auch die Strömung der Flüssigkeit ungewöhnlich schnell werden, und wenn in obigem Falle während einer Stunde 4 Pfund Wasser getrunken und nicht mehr als 1 Pfund Harn ausgeleert wird, so können die übrigen 3 Pfund theils in den zahlreichen Lymphgefäßen, theils im Darmcanale noch enthalten sein; indeß wollen wir gern zugeben, daß das Wasser auch von den Venen unmittelbar eingesogen werden kann (vgl. §. 866. B),

wie denn unter Andern Denis dies vom größten Theile des Getränkes annimmt. d) Ein solcher Übergang fremdartiger Stoffe wird ferner durch die Schnelligkeit ihrer Wirkungen wahrscheinlich gemacht. Schon oben (§. 866. d) sind die Erfahrungen angeführt worden, nach welchen bei Pferden dem Blute beigemischte Stoffe schon vor Ablauf einer Minute in Secretionen erscheinen können; wenn aber bei Hunden das in den Magen gebrachte blausaure Kali schon nach 2 Minuten und die Rhabarber nach 5 Minuten im Harne sich zeigte (§. 866. b), und Wetzlar (Nr. 731. p. 30) bei den an sich selbst angestellten Versuchen jenes nach 10, diese nach 15 Minuten in seinem Harne fand, oder wenn der Geruch eines Kampherklystiers nach 5 bis 6 Minuten im Athem sich offenbarte (Nr. 785. II. S. 223) u. s. w., so können wir kaum glauben, daß diese Stoffe in so kurzer Zeit durch das Lymphsystem gegangen sein sollten. Dasselbe ist der Fall mit der Blausäure, die z. B. Hunde schon nach 3 bis 8 Secunden tödet, mit dem Strychnin, welches schon nach 15 Secunden zu wirken anfängt (Nr. 701. S. 10) u. s. w. e) Kaauw preßte den mit Wasser gefüllten Magen oder Darm und sah dasselbe in die Venen übergehen (Nr. 95. VI. p. 153. VII. p. 48); umgekehrt dringen in die Venen oder in die Arterien eingespritzte Flüssigkeiten zuweilen in die Verdauungswege (ebd. VI. p. 62. 137), aber auf gleiche Weise dringen die Injectionen auch in alle andere Höhlen des Körpers (ebd. II. p. 450 sq. VII. p. 48). Beiderlei Fälle treten nur ausnahmsweise ein und beruhen entweder auf Zerreißung oder Penetrabilität der Haargefäße. f) Noch ungültiger war der von den Zellenkörpern (§. 278. c) hergenommene Beweis für die Einsaugung der Venen. g) Wenn endlich die wirbellosen Thiere keine Lymphgefäße haben, so folgt daraus nicht, daß bei den Wirbelthieren die Venen einsaugen, da viele wirbellose Thiere auch keine Blutgefäße besitzen, mithin ohne Venen dennoch einsaugen. B) Wir kommen zu den über den Inhalt der rückführenden Gefäße in Hinsicht auf aufgenommene Stoffe gemachten Erfahrungen. h) Hatte man auch, wie unter Andern Mayer (Nr. 185. III. S. 485) nachweist, schon frühzeitig mit Chylus gefüllte Lymph-

d. e. f. g. B. h.

gefäße im Gekröse gesehen und als Milchvenen bezeichnet, so bleibt es doch sehr zweifelhaft, ob man sie schon vor Aselli als eine eigene Art von Gefäßen erkannt hat. Vielmehr wurde allgemein angenommen, daß der Chylus von den Darmvenen aufgenommen und zur Leber geführt werde; selbst Aselli entfernte sich nur einen Schritt von dieser Meinung, indem die von ihm entdeckten Lymphgefäße des Darms in die Pfortader münden sollten, und erst bei weiterer Verfolgung dieser Entdeckung erwies Bartholin, daß der Chylus nicht in die Leber, sondern in den Lymphstamm geführt werde. Indessen blieben auch dann noch Einige, z. B. Walâus (Nr. 776. p. 560 sq.) bei Asellis Meinung, während Andere, z. B. Boerhaave, den Chylus theils durch die Lymphgefäße in den Lymphstamm, theils durch die Darmvenen in die Leber gehen ließen. Mehrere Beobachter und zum Theil auch solche, die nur den erstern Weg als den normalen anerkannten, glaubten aber in einzelnen Fällen Chylus auch in der Pfortader oder deren Wurzeln gefunden zu haben. Außer Bils, Swammerdam, Glissen u. s. w. (Nr. 95. VII. p. 63) gehören hierher J. F. Meckel der Ältere (Nr. 721. p. 13), der namentlich bei Ineinanderschiebung der Därme eine solche Beobachtung machte; Tiedemann, der bei einem Pferde (Nr. 222. S. 7) und bei Hunden (ebd. S. 6. 17. 50) weiße, dem Chylus ähnliche Streifen im Pfortaderblute sah; Fohmann (Nr. 732. S. 29), der bei einem Selbstmörder Ähnliches fand, aber auch (Nr. 734. p. 6) behauptet, daß dies bei Pferden in den aus den Lymphknoten des Gekröses tretenden Venen nach der Verdauung immer der Fall sei; Mayer (Nr. 186. I. S. 333), der bei einem einige Stunden nach der Mahlzeit an Brustwassersucht gestorbenen Greise in den Venen der Darmwände, aber weder in den Lymphgefäßen noch in den Venen des Gekröses eine graulich weiße Flüssigkeit bemerkte. Indessen ist es bei der eigenthümlichen und wichtigen Rolle, die der Chylus spielt, nicht wahrscheinlich, daß er in rückführende Gefäße ohne Unterschied aufgenommen werde, da vielmehr das Lymphsystem ihn allmählig umwandelt und dem Blute näher bringt. Wenn Oudemann (Nr. 491. p. 107) die Lymphgefäße des Darmes unterband, so

daß sie keinen Chylus mehr aufnehmen konnten, so kam dennoch keiner in die Venen. Vielleicht ist in manchem der obigen Fälle Chylus im ganzen Blute verbreitet und durch die Darmarterien in die Pfortader geführt gewesen. Auch ist es möglich, daß, wie Mayer (a. a. O. S. 334) vermuthet, unter gewissen Umständen der Chylus erst nach dem Tode, wo die eigenthümlichen Verwandtschaftsverhältnisse der organischen Substanz erlöschen (§. 634. k), in die Venen dringt. Übrigens ist es noch nie erwiesen worden, daß die dem Pfortaderblute beigemengte weiße Flüssigkeit wirklicher Chylus war, während es doch ausgemacht ist, daß die weiße Farbe des Blutes oft von beigemengtem freiem Fette herrührt. i) Sicherer sind die Erfahrungen, nach welchen die Eigenschaften der in die Verdauungsorgane gebrachten Substanzen in dieser oder jener Art der rückführenden Gefäße sich zeigen. α) Die Behauptung Flandrins, daß bei Pferden das Venenblut des Dünndarms einen krautartigen, des Dickdarms hingegen einen scharfen, etwas laugensalzigen Geschmack habe, steht zu isolirt, als daß großes Gewicht darauf gelegt werden könnte. β) Hallé, Flandrin, Magendie (Nr. 247. II. p. 157. 182), Tiedemann (Nr. 222. S. 56. 60. 65), Westrumb (Nr. 185. VII. S. 528. 534. 539. Nr. 736. S. 25. 34), Krimer (Nr. 562. S. 10 fgg.), Lawrance und Coates (Nr. 199. I. p. 54), Franchini (ebd. III. p. 21) konnten farbige Pflanzenstoffe nie im Lymphstamme, zum Theil aber im Blute, namentlich in dem der Pfortader wieder finden. Es mochte wohl ein Irrthum sein, wenn Viridet und Mattei die röthliche Farbe des Chylus von der Fütterung der Thiere mit rothen Rüben ableiteten (Nr. 736. S. 14). Wenn Lister (Nr. 172. XIII. p. 6), Lower (ebd. XXII. p. 996), Hunter, Haller (Nr. 95. VI. p. 164. 207. VII. p. 62), Blumenbach, Ducachet (Nr. 423. III. p. 270) die blaue Farbe von Indigo und Lakmus im Chylus erkannt haben wollen, so hat man dagegen eingewendet, daß die Lymphgefäße im nüchternen Zustande bläulich erscheinen; mit der Behauptung aber, die genannten Beobachter hätten sich auf diese Weise getäuscht, giebt man ihnen eine große Unachtsamkeit Schuld. Indessen haben

i.

α.

β.

Seiler und Ficinus (Nr. 242. II. S. 382. 384. 387. 401) die Farbe der beigebrachten Färberöthe und Kurkume deutlich, und des Indigo minder deutlich im Chylus erkannt; auch sahen Haller und Fälix (Nr. 95. VII. p. 227) die Lymphgefäße, welche blaues Pigment aufgenommen hatten, sich entleeren.

γ. γ) Keiner der genannten Beobachter hat den Geruch von Kampher, Moschus, Asant, Weingeist, ätherischen und brandigen Ölen im Lymphsysteme gefunden, auch wenn er im Blute deutlich war; nur Mazzi will, wie früher Hunter, den Moschusgeruch im Lymphsysteme erkannt haben (Nr. 625. p. 46).

δ. δ) Blausaures Kali wurde bisweilen nur im Blute, nicht im Chylus angetroffen, z. B. von Westrumb (Nr. 736. S. 25. Nr. 185. VII. S. 529. 530. 532. 534); öfters im Chylus und im Blute, wie von Tiedemann und Gmelin (a. a. O. S. 13), Seiler und Ficinus (a. a. O. S. 370), Foderá (Nr. 625. p. 55), Macneven (Nr. 423. III. p. 269), Lauth (Nr. 735. p. 61) und Heusinger (Nr. 785. II. S. 250); die Ärzte zu Philadelphia fanden es zuweilen im Chylus und Harne, nicht im Blute (Nr. 196. III. S. 70 fg. 34. und 40. Versuch), Lawrance und Coates aber sahen es nie eher im Blute oder in einer secernirten Flüssigkeit, als bis es sich im obern Theile des Lymphstammes gezeigt hatte (ebd. IV. S. 163). Schwefelblausaures Kali wurde von Tiedemann und Gmelin (a. a. O. S. 49) und salzsaurer Baryt von denselben (ebd. S. 38)

ε. im Chylus und Blute erkannt. ε) Schwefelsaures Eisen erschien nach Westrumb (a. a. O. S. 23) nur im Blute und Harne; Tiedemann und Gmelin (a. a. O. S. 23. 30) erkannten es aber zuweilen auch im Chylus, und dagegen Blei und Quecksilber nur im Blute (ebd. S. 10. 12. 34); indessen fanden Seiler und Ficinus (a. a. O. S. 360. 375) auch Kaliblei

k. und salpetersaures Silber im Chylus wie im Blute. k) Wenn die Unsicherheit einzelner Versuche schon aus dem Angeführten sich ergiebt, so erhellt sie noch mehr aus den Fällen, wo die beigebrachten fremden Stoffe in den secernirten Flüssigkeiten offenbar waren, und doch weder im Chylus, noch auch im Blute sich entdecken ließen, wie dies Tiedemann und Gmelin mit blau-

saurem Kali (a. a. O. S. 14), mit Moschus (ebd. S. 17), mit Gummigutt und Terpenthinöl (ebd. S. 38), Westrumb (a. a. O. S. 24) mit Jod und die Ärzte zu Philadelphia (Nr. 196. III. S. 71. 36. Versuch) erfuhren. Eben so konnte von Letztern (ebd. S. 69. 25. Versuch) der Asant, durch welchen ein Hund in Betäubung versetzt, und von Westrumb der Sublimat, von welchem ein Kaninchen getödet war, weder im Chylus noch im Blute entdeckt werden. C) Entscheidender sind die Beobachtungen solcher Fälle, wo die eine oder die andere Art der rückführenden Gefäße unwegsam geworden ist. l) Bei Anschwellung und Verhärtung der Lymphknoten des Gekröses tritt gewöhnlich Abmagerung und Zehrfieber ein; Sömmerring hat aber gezeigt, daß die Wege des Chylus nicht wirklich verstopft, sondern nur erschlafft und atonisch zu sein pflegen; und wenn Walter (Nr. 729. S. 47) für die Einsaugung der Gekrösvenen anführt, daß man zuweilen die Knoten des Gekröses steinartig verhärtet und die Lymphgefäße desselben durch eine käsige Masse verschlossen findet, so bedürfte es der Nachweisung, daß solche Desorganisation über das ganze Gekröse sich erstreckt, und nicht in der letzten Zeit des Lebens sich ausgebildet, noch den Tod herbeigeführt hätte, wie denn jene Verschließung erst bei oder nach dem Tode durch Gerinnung entstehen kann. m) Browne Cheston (Nr. 172. 1780. p. 323 sqq.) fand bei der Leichenöffnung eines Mannes den obern Theil des Lymphstammes mit Knochensubstanz gefüllt, so daß weder Quecksilber noch Luft aus dem untern Theile eingetrieben werden konnte; Nasse (Nr. 806. S. 150) und Krimer (Nr. 511. S. 83) sahen bei einem nicht ganz abgemagerten Manne, dessen Gefäße nicht völlig blutleer waren, den linken Lymphstamm von einer weit verbreiteten Tuberkelbildung fest geschlossen; und eben so fand Rust (Nr. 449. 1815. S. 731) denselben in zwei Fällen bei großer Abmagerung in eine sarkomatöse Masse verwandelt. Daß Zehrfieber und Tod in solchen Fällen durch die Unwegsamkeit des Lymphstammes herbeigeführt wurden, leidet keinen Zweifel; wie aber das Leben dabei dennoch eine Zeit lang hat bestehen können, erklären uns die genauern Untersuchungen von Astley Cooper (Nr. 680. I.

C.

l.

m.

S. 48—57) und Wutzer (Nr. 681. 1834. S. 315): Jener sah in drei Fällen sarkomatöser Verschließung vom untern Theile des Lymphstammes Lymphgefäße von der Lendengegend längs desselben heraufsteigen und in den freien obern Theil einmünden; und Dieser fand bei Unwegsamkeit des obern Theils Gefäßverbindungen des untern Theils mit der unpaarigen Vene. Da wir (§. 864) gesehen haben, daß mancherlei neue Canäle sich bilden, wo der Organismus deren bedarf, so wäre es wohl möglich, daß auch diese ungewöhnlichen Nebenwege erst nach Verschließung des normalen Weges entstanden wären. n) Flandrin, der nun einmahl das Einsaugungsvermögen des Lymphsystems anfocht, sah von zwölf Pferden, denen er den linken Lymphstamm unterbunden hatte, nur eines nach drei Tagen sterben, die übrigen dagegen lebten zwei bis sechs Wochen, wo er sie tödete, und fand dann weder einen Lymphstamm der rechten Seite, noch auch den unterbundenen linken erweitert. So haben auch Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 180) einem Hunde den Lymphstamm unterbunden, ohne daß dessen Ernährung dadurch gelitten hätte. Gewöhnlich sterben die Thiere nach dieser Operation wegen Hemmung des Zuflusses von Chylus zum Blute in derselben Frist, wie sonst nach Entbehrung von Nahrung (§. 935. B), z. B. ein Hund, wie Duverney (Nr. 173. 1675. p. 260) sah, nach 14 Tagen, oder wie Krimer (Nr. 511. S. 87) beobachtete, nach 12 Tagen, wobei das Thier nicht sehr abgemagert war. Astley Cooper (a. a. O. S. 58—67) fand bei Versuchen dieser Art an Hunden, daß das Thier in einem Falle schon nach 48 Stunden wegen Berstung des Lymphstammes, in zwei andern Fällen am fünften oder sechsten Tage, in neun Fällen nach zehn Tagen starb, eines aber leben blieb und nach dessen Tödung es sich zeigte, daß ein Zweig des oben unterbundenen linken Lymphstammes in den der rechten Seite einmündete; übrigens bemerkte er, daß die Hunde, welche vor der Unterbindung gefüttert worden waren, früher starben als andere. Gleiche Erfahrungen machte Dupuytren (Nr. 216. I. p. 21 sq.) an Pferden: bei denen, die fünf bis sechs Tage nach der Unterbindung gestorben waren, konnte er das Quecksilber vom untern Theile des Lymphstammes

aus nie in die Schlüsselbeinvene treiben; einige aber blieben am Leben, und bei diesen ging das Quecksilber, wenn er sie getödet hatte, aus dem Lymphstamme durch Nebenzweige in Venen über. o) Nach Unterbindung des Lymphstammes tödete das in Magen oder Mastdarm gebrachte Strychnin nach Magendie (Nr. 216. I. p. 23) oder das essigsaure Morphium nach Westrumb (Nr. 736. S. 47) eben so wie sonst. Auch fanden Home (Nr. 165. I. p. 231 sqq.) die Rhabarber, Mayer (Nr. 185. III. S. 496) das blausaure Kali und Westrumb (a. a. O. S. 25) beiderlei Substanzen im Blute und Harne von Thieren, denen sie bei unterbundenem Lymphstamme in den Magen gebracht worden waren. p) Einen noch offenbareren Beweis für die Einsaugung der Gifte durch Darmvenen lieferte Magendie (a. a. O.): er zog einem Hunde ein Stück Dünndarm aus dem Unterleibe, durchschnitt die von Chylus strotzenden Lymphgefäße so wie die Blutgefäße bis auf eine Arterie und Vene, nahm von diesen alles umgebende Zellgewebe weg, schnitt das Darmstück vom übrigen Darme ab, brachte Upas oder Strychnin darein, und legte es, nachdem es unterbunden und in Leinwand geschlagen war, wieder in die Unterleibshöhle; nach wenigen Minuten zeigte sich die Wirkung des Giftes, ungeachtet das Darmstück, mit welchem es in Berührung gebracht war, nur noch durch eine Arterie und eine Vene mit dem übrigen Körper zusammenhing. Segalas (ebd. II. p. 119 sqq.) führte diesen Beweis weiter: hatte er nämlich an dem übrigens eben so behandelten Darmstücke die Lymphgefäße völlig verschont und die Arterien und Venen, oder nur die Venen unterbunden, oder die Vene durchnitten und nach außen zu ausbluten lassen, so erfolgte keine Vergiftung; waren aber die Venen unterbunden gewesen, und er nahm nach einer Stunde die Unterbindung weg, so trat nach wenigen Minuten die Wirkung des Giftes ein. Lutzenburg (Nr. 197. XVII. S. 100) brachte in den von ihm isolirten, bloß noch durch eine Arterie und Vene mit dem Körper zusammenhängenden Magen blausaures Kali und fand dasselbe hierauf im Blute der Pfortader. — Dagegen hatte Hunter ein Stück Darm eines lebenden Hundes mit Milch gefüllt, dasselbe so wie seine Blut-

o.

p.

gefäße unterbunden, in die Unterleibshöhle zurückgebracht und nach einer halben Stunde die Lymphgefäße mit Milch gefüllt und die Venen leer gefunden. Andere, denen dieser Versuch nicht gelang, vermuthen, Hunter habe während der Zeit gebildeten Chylus für Milch angesehen. Indessen kann man denen, welche das Einsaugungsvermögen der Venen durch Erfahrungen über Gifte zu beweisen suchen, auch entgegensetzen, daß es zur allgemeinen Wirkung narkotischer Gifte nicht immer einer Leitung durch bestimmte Gefäße zu bedürfen scheint; wenigstens behaupteten die Ärzte zu Philadelphia, daß nach Unterbindung der Pfortader allein (Nr. 196. III. S. 72. 47. und 49. Versuch) oder zugleich des Lymphstammes (ebd. S. 73. 53. und 54. Versuch) in den Darm gebrachtes Strychnin binnen 23, und Blausäure binnen 7 bis 15 Minuten tödte. Endlich erhellt aus den oben angeführten Beobachtungen, daß Magendie (Nr. 785. II. S. 224), Mayo (Nr. 689. p. 164) und Andere zu weit gehen, wenn sie behaupten, die Lymphgefäße der Verdauungsorgane könnten nur Chylus und nichts Anderes aufnehmen.

§. 903. Dasselbe gilt von Magendies (a. a. O. S. 190) Behauptung, auch in andern Organen sei nur die Einsaugung der Venen, nicht der Lymphgefäße erwiesen. Schon an sich ist es undenkbar, daß das Lymphsystem, welches in den Verdauungsorganen offenbar einsaugt, nicht auch in andern Organen diese Function mit den Venen theilen sollte. A) Daß in den Lungen die Venen wohl den größten Antheil daran haben, wird schon durch die Schnelligkeit, in welcher die eingeathmeten Stoffe in den Secretionen sich wieder finden (§. 866. c), wahrscheinlich, wie denn Piollet (Nr. 199. VII. p. 221), nachdem der Kopf einige Minuten in den Dunst von Terpenthinöl gehalten worden war, einen Veilchengeruch im Harne, und nach dem Einathmen fauliger Dünste den Abgang stinkender Blähungen bemerkte. War blausaures Kali in die Lungen gesprützt, so fand er es nach 70 Secunden im linken, erst nach 2 Minuten im rechten Herzen, bei einem andern Thiere nach 4 Minuten in der Schenkelarterie, nach 7 Minuten in der Halsvene und nach 10 Minuten im rechten Herzen; Mayer (Nr. 185. III. S. 496) sah es nach

2 bis 5 Minuten im linken, dann erst im rechten Herzen, später auch im Lymphstamme; so erkannte es Lebkúchner (Nr. 423. VII. p. 424) nach 2 Minuten in der Aorta, noch nicht in der Hohlvene und im Lymphstamme; Ähnliches beobachteten Foderá (Nr. 625. p. 64), Westrumb (Nr. 736. S. 40), Lawrance und Coates (Nr. 199. I. p. 54). War aber der Lymphstamm unterbunden, so fand es Foderá auch in den Lymphknoten der Bronchien, so daß es hier auch von den Lymphgefäßen eingesogen zu sein schien. Übrigens bemerkte es Lebkúchner in einem Falle nur in den Secretionen der serósen Säcke, während es in Blut, Chylus und Harn nicht zu entdecken war. B) Welche Gefäße in der Haut und dem darunter liegenden Zellgewebe die Einsaugung vermitteln, können wir a) aus den Folgen mancher Einwirkungen abnehmen. Nachdem Mascagni einige Stunden lang im Fußbade gesessen hatte, waren ihm die Leistenknoten angeschwollen, und als Collard de Martigny (Nr. 423. XI. p. 79) die Hände drittehalb Stunden lang in warmes Wasser gehalten hatte, waren ihm, außer den Venen der Hand und des Unterarms, was von der Haltung und der Wärme abhängen konnte, die Achselknoten geschwollen. Mancherlei scharfe Substanzen auf die unverletzte oder ihrer Epidermis beraubte Haut oder in eine oberflächliche Wunde gebracht, verursachen einen entzündlichen Zustand der von einer solchen Stelle ausgehenden Lymphgefäße, die dann zuweilen als angeschwollene, rothe, schmerzhafte Streifen in der Haut erscheinen; noch häufiger entsteht davon eine schmerzhafte Anschwellung der nächsten Lymphknoten. So schwellen die Achselknoten derjenigen Seite an, auf welcher die Blattern am Arme eingeimpft sind, oder auf welcher man sich bei Zergliederung eines faulen Leichnams die Hand verwundet hat; bei syphilitischer Ansteckung durch Begattung entstehen Bubonen, wird dagegen eine Amme durch einen syphilitischen Säugling angesteckt, so entzünden sich die Achselknoten; ein zu tief eingreifendes Blasenpflaster afficirt diese oder jene Lymphknoten, je nachdem die Stelle, auf welche es gelegt worden, verschieden ist; Autenrieth und Zeller (Nr. 184. VIII. S. 220 fgg.) fanden nach fortgesetzter Einreibung von Quecksilbersalbe in der

linken Leistengegend bei Thieren die Lymphknoten daselbst röther und zum Theil viermahl größer als auf der rechten Seite u. s. w. Die Erklärung, welche Magendie (Nr. 247. II. p. 189 sqq.) von diesen Erscheinungen giebt, um auch hier die Behauptung, daß nur die Venen einsaugen, aufrecht zu halten, ist zu gezwungen, als daß sie angenommen werden könnte. b) Die mit der Haut oder deren Zellgewebe in Berührung gebrachten fremden Stoffe hat man zuweilen nur im Lymphsysteme wieder gefunden. Bei einer Person, welcher beim Aderlasse ein Lymphgefäß am Fuße verwundet worden war, so daß fortdauernd Lymphe ausfloß, ließ Schreger (Nr. 298. p. 10. 14) die Wunde mit einem trocknen Schröpfkopfe bedecken und ein Fußbad mit Moschus oder Milch nehmen, oder an den Zehen Terpenthinöl einreiben, und nach einiger Zeit zeigte sich der Geruch oder die Farbe dieser Substanzen in der abfließenden Lymphe; nicht aber im Blute einer Hautvene. Waren geschorene Gliedmaaßen junger Hunde eine Zeit lang in Milch oder in eine Auflösung von Salpeter gehalten worden, so war die Milch oder der Salpeter in der Lymphe des Gliedes, aber nicht im Blute zu erkennen (ebd. p. 16 sq.); Ähnliches fand Statt, da das Bein eines Hundes mit einer Hautwunde eine Stunde lang in Wasser mit Moschus gehalten worden war (ebd. p. 24). Foderá (Nr. 625. p. 48) fand das bei einem Kaninchen unter die Haut gebrachte blausaure Kali im Lymphstamme wieder; die Ärzte zu Philadelphia (Nr. 196. III. S. 72. 44. Versuch), namentlich Lawrance und Coates beobachteten dasselbe bei andern Thieren, und Müller (Nr. 673. I. S. 263) erkannte das blausaure Kali in der Lymphe eines Frosches, dessen Beine er zwei Stunden lang in eine Auflösung dieses Salzes gehalten hatte. c) Zuweilen zeigte sich die fremde Substanz sowohl im Lymphstamme, als auch in den Venen: so das Kaliblei, welches Seiler und Ficinus (Nr. 242. II. S. 363) einem Pferde in Umschlägen auf den Fuß, und zwei Hunden (ebd. S. 366 fg.) in einem lauen Bade beigebracht hatten; und das blausaure Kali, in dessen warme Auflösung Westrumb (Nr. 243. 1827. S. 534) den glatt geschorenen und mit verdünnter Cantharidentinctur geriebenen Hinterleib eines

Hundes eine halbe Stunde lang gehalten hatte. d) In andern Fällen fanden Seiler und Ficinus (a. a. O. S. 358) das Kaliblei, so wie Westrumb (Nr. 243. 1827. S. 534. Nr. 736. S. 25) das als Salbe oder im Bade angewendete blausaure Kali nur im Blute, nicht in der Lymphe. e) Daß aber narkotische und ähnliche thierische Gifte durch unmittelbaren Übergang in das Blut töden, ist durch vielfältige Versuche dargethan. Fontana (Nr. 456. S. 208) sah die Thiere vom Vipernbisse sterben, wenn ihnen auch der Lymphstamm durchschnitten war. Emmert (Nr. 482. I. S. 92) überzeugte sich, daß die Wirkung eines Giftes durch Unterbindung der Blutgefäße des Gliedes, an welchem man es anbringt, aber nicht durch Unterbindung der Lymphgefäße aufgehoben wird. Brodie (Nr. 184. XII. S. 184 fgg.) brachte Woorara bei verschiedenen Thieren in die Wunde eines Beins: die Vergiftung erfolgte, wenn der Lymphstamm unterbunden war; sie blieb aus, wenn die Blutgefäße des Beins unterbunden waren, und trat ein, wenn die Unterbindung bald wieder weggenommen wurde, jedoch nicht, wenn sie über eine Stunde liegen geblieben war. Noch entscheidender waren die Versuche von Magendie und Delille (Nr. 216. I. p. 24 sqq.): wenn Hunden der Schenkel bis auf seine Arterie und Vene abgelöst, und jedes dieser Gefäße von allem umliegenden Zellgewebe befreit oder auch durchschnitten und die Verbindung beider Enden durch eine eingesteckte Federspuhle hergestellt war, so äußerte das auf das Bein angebrachte Upas seine giftigen Wirkungen eben so wie sonst. Bei einem gleichen Verfahren fanden Lawrance und Coates (Nr. 199. I. p. 54) das in das Zellgewebe des Fußes gebrachte blausaure Kali im Blute des obern Theils der Vene; auch fand Varnière (Nr. 701. S. 13), daß wenn er Strychnin in eine Wunde des Beins gebracht und die Vene unterbunden hatte, das Blut aus der zwischen der Wunde und der Unterbindung geöffneten Vene, einem andern Thiere infundirt, die giftige Wirkung des Strychnins äußerte. C) Was die serösen Säcke anlangt, so deutet die Schnelligkeit, mit welcher die darein gebrachten Substanzen in den Secretionen erscheinen (§. 866. b) oder durch Vergiftung töden können, auf die Einsaugung durch

d.

e.

C.

Venen hin. So konnte denn bei unterbundenem Lymphstamme das in die Brust- oder Bauchhöhle gebrachte Upas nach Magendie und Delille (a. a. O.) eben so schnell vergiften wie sonst, und das blausaure Kali nach einem Versuche der Ärzte zu Philadelphia (Nr. 196. III. S. 70) in das Blut gelangen, so wie Letztere dasselbe ein anderes Mahl (ebd. S. 68. 22. Versuch), wo der Lymphstamm nicht unterbunden war, in den Venen und nicht im Lymphsysteme fanden. Bei andern Versuchen aber (ebd. S. 24. 28. 29. 35. 41. Vers.) entdeckten sie es sowohl im Blute als auch im Chylus. Namentlich fanden Lawrance und Coates (a. a. O.), daß das in die Bauchhöhle gesprützte blausaure Kali schon nach 2 bis 5 Minuten im obern Theile des Lymphstammes, im Blute hingegen immer erst später erschien, und daß es auch bei verbluteten Thieren, wiewohl langsamer, noch eingesogen wurde. Daß in die Brust- oder Bauchhöhle gesprützte Dinte oder gefärbte Flüssigkeit in die Lymphgefäße der Höhlenwand überging, beobachteten Mascagni (Nr. 727. II. S. 29), Ontyd (Nr. 730. p. 25 sq.) und Lauth (Nr. 735. D. p. 60). D) Schreger (Nr. 298. p. 19) fand bei einem Hunde, dessen Harnblase er nach Unterbindung der Gefäße mit warmer Milch gefüllt hatte, nach 24 Minuten die Milch in den Lymphgefäßen, nicht in den Venen.

§. 904. Wenn der organische Körper ein eigenes, selbstthätiges und sich selbst bildendes Ganzes darstellt, so scheint schon aus seinem Begriffe zu folgen, daß er fest begränzt, gegen die Außenwelt abgeschlossen ist. und ein Inneres hat, welches durch keinen offenen Ausgang mit dem äußern Raume zusammenhängt. Auf solche Abgeschlossenheit deutet nun auch die seiner Substanz wesentliche Penetrabilität (§. 461. B. 833) hin, die eben für den ihm nöthigen Wechsel der Stoffe einen Übergang in getrennte Räume möglich macht. Wir haben aber auch erkannt, daß beim Bilden aus dem Blute der Durchgang durch die Wandung nicht bloß als Weg, sondern auch als Mittel der Umwandlung nöthig ist (§. 877), und so dürfen wir von vorne herein vermuthen, daß beim Bilden in das Blut die aufzunehmenden Stoffe nur A. mittels Durchdringung in das Gefäßsystem gelangen. A) Dafür

spricht die Analogie niederer organischer Körper. a) Die Akotyle- a. donen bestehen aus mehr oder weniger gleichförmigen geschloßnen Zellen, deren Wände von dem nährenden Wasser durchdrungen werden. Die Wurzeln der Pflanzen saugen fast ausschließlich an ihren Spitzen, als ihren jüngsten und lebendigsten Productionen, ein: diese aber bestehen ebenfalls aus geschloßnen Zellen, die hier nur kleiner, dichter zusammengedrängt, dünnwandiger, durchsichtiger und saugungsfähiger sind als an andern Stellen. Nur solche geschloßne Zellen vermögen durch Einsaugung die Ernährung zu vermitteln, denn die Einsaugung der Schnittflächen hört bald auf, und kann bloß durch wiederholtes Abschneiden der untersten Schicht etwas verlängert werden. Ob die Spaltöffnungen, namentlich der Blätter, bloß ausdünsten oder auch einsaugen, ist nicht völlig entschieden; bei den Wasserpflanzen fehlen sie, so daß die Einsaugung nur durch die Oberhaut erfolgen kann; wo sie aber sich finden, sind sie bloß Lücken zwischen geschloßnen Zellen, deren Wandung von der einzusaugenden Flüssigkeit gleichfalls durchdrungen werden muß. b) Bei den Insecten und andern b. Gliederthieren sind weder Lymphgefäße noch Venen vorhanden, welche den Chylus aufnehmen könnten, sondern dieser dringt durch die Schleimhaut und später durch die Muskelhaut des Darms, um von da in das Rückengefäß und in den Fettkörper zu gelangen. B) Wenden wir uns nun zu dem Menschen und den B. ihm zunächst stehenden Thieren, so hatte man Injectionen zuweilen aus der Höhle einer Schleimhaut, z. B. der Harnblase oder den Samenbläschen in Venen übergehen sehen (Nr. 722. p. 17. 49. 55. 66); und noch öfter hatte sich die Flüssigkeit umgekehrt aus den Venen in eine solche Höhle, namentlich des Darms, treiben lassen (Nr. 95. VI. p. 62. 137. VII. p. 47 sq.). Daraus hatte man denn auf offene Mündungen der Venenwurzeln geschlossen, und Magendie (Nr. 247. II. p. 211) hält dergleichen in der Substanz der verschiedenen Organe noch für wahrscheinlich, wie auch Tiedemann (Nr. 222. S. 84) am Darme eigene einsaugende, und bei ihrem Verlaufe erst mit den blutführenden sich verbindende Venen vermuthet. Allein, wie es überhaupt fest steht, daß das Gefäßsystem ein geschloßnes Ganzes

ist, so hat auch Gendrin (Nr. 538. I. p. 506) in Bezug auf den Darmcanal erwiesen, daß jene Venenwurzel die unmittelbare Fortsetzung eines arteriösen Haargefäßes ist, indem nach Unterbindung der Pfortader bei einem lebenden Thiere die Wurzeln derselben in den Darmzotten in solcher Continuität erscheinen, und bei Injection von Kleesäure in die Arterien sogleich eine violete Farbe annehmen. Die Durchdringbarkeit der Gefäßwände für äußere Stoffe ist bereits (§. 833. i) nachgewiesen: Magendie (Nr. 216. I. p. 9 sqq.) sah, wenn er Strychnin auf die frei präparirte und durch ein untergeschobenes Kartenblatt isolirte Halsvene gestrichen hatte, die Vergiftungszufälle eben so schnell wie bei anderer Anwendungsart eintreten, und bemerkte dann an der innern Fläche der Vene einen bittern Geschmack, was durch Hubbard's (Nr. 196. IV. S. 161) negative Erfahrungen nicht widerlegt wird. C) Was nun die Wurzeln der Lymphgefäße betrifft, so hatte schon Leuwenhoek keine offnen Mündungen an denselben entdecken können und daher eine Durchschwitzung angenommen. Wenn die nachfolgenden Bearbeiter der Lehre vom Lymphsysteme das Dasein solcher Mündungen behaupteten, z. B. Mascagni (Nr. 727. II. S. 32), so wurde öfters nur der durch Druck erzwungene Übertritt von Flüssigkeiten als Grund dafür angeführt, der jedoch bei näherer Kenntniß der Penetrabilität organischer Substanz wegfallen muß; auch vermochte Fohmann bei Fischen, wo doch eine rückgängige Bewegung wegen des Mangels von Klappen sich leicht bewerkstelligen läßt, durch einen mäßigen Druck das Quecksilber nicht aus den Wurzeln der Lymphgefäße auszutreiben. Die genauesten neuern Untersuchungen haben die Annahme offener Mündungen widerlegt. Gegen die Anerkennung der durch Penetration geschloßnen Wandungen bleiben nur noch zweierlei Bedenklichkeiten übrig: einmahl, daß auch zerrißne Lymphgefäße, z. B. in Wunden und Geschwüren, lebhaft einsaugen, und dann, daß Chylus, Blut und Eiter trotz ihrer Kügelchen eingesogen werden, auch erdige Ablagerungen in den Lymphknoten der Bronchien bei Steinhauern von Sömmerring und Desgenettes (Nr. 728. S. 238) gefunden worden sind. Indessen wird durch die Annahme einer normalen Durch-

dringung die Möglichkeit eines Eindringens in zerrißne Lymphgefäße nicht aufgehoben, und es fragt sich auch, ob Letztere nicht vielleicht an ihren freien Enden blasenförmig sich zusammenziehen. Ob die Chyluskörner in die Lymphgefäße eingehen oder in diesen erst sich bilden, ist noch zu ermitteln (§. 950. f). Die Blut- und Eiterkörner können in zerrißne Lymphgefäße treten, vielleicht auch in flüssiger Gestalt eindringen und dann ihre Form wieder annehmen; und wenn die erdigen Ablagerungen in den Lungen nicht Krankheitsproducte (§. 874. h) waren, sondern wirklich von eingeathmetem Staube herrührten, so konnte dieser gleich andern eingedrungenen fremden Körpern sich einen Weg in die Gefäße gebahnt haben, der durch Verheilung sich wieder geschlossen hatte.

c. c) Die Wurzeln der Lymphgefäße sind nach Fohmann (Nr. 734. p. 14), Breschet (Nr. 738. S. 21 fgg.) und Panizza (Nr. 737. p. 70) geschloßne Canäle, welche oberflächlicher als die blutführenden Haargefäße liegen, einen stärkern Durchmesser als diese und keine Klappen haben, durch zahlreiche Anastomosen Netze bilden, und bei Fischen an den meisten Stellen Säckchen oder Zellchen ohne Öffnung darstellen (Nr. 733. I. S. 39 fgg.); solche freie Anfänge erkannten auch am menschlichen Körper außer den Netzen, namentlich in den Darmzotten, Lauth (Nr. 777. II. S. 236 fgg.) und Krause (Nr. 597. I. S. 28. 795).

d. d) Die Darmzotten sind den Mammalien vorzugsweise eigene Einstülpungen oder Auswüchse der Schleimhaut, bald in Form von schmalen Blättchen, bald von Cylindern mit abgerundeten Enden, $1/5$ bis eine ganze Linie lang, und wie die gesammte Schleimhaut mit Epithelium (§. 797. y) überzogen, mit dessen Textur uns Henle (Nr. 746) bekannt gemacht hat. Jede erhält, wie nach Lieberkühn (Nr. 742. p. 3) Döllinger (Nr. 658. p. 15 sq.) gelehrt hat, drei bis fünf Arterienzweige, welche durch vielfache Theilung und Wiedervereinigung ein Netz in der Schleimhaut der Zotte bilden und in eine, selten in zwei aus derselben hervortretende Venen sich sammeln. Eben so tritt, wie Lieberkühn ebenfalls entdeckte, aus jeder cylindrischen Zotte ein Lymphgefäß, und aus blattförmigen Zotten kommen nach Henle (a. a. O. p. 26) deren zwei. Diese Gefäße treten in

rechtem Winkel in das Lymphgefäßnetz, welches nach Fohmann (Nr. 732. S. 26) zwischen der Schleimhaut und Muskelhaut den Darm ringförmig umgiebt, während ein anderes Netz von schräge der Länge nach verlaufenden, stärkern und dünnwandigern, oft auch mit Chylus gefüllten Gefäßen zwischen der Muskelhaut und dem Bauchfellüberzuge liegt. Ob aber die Lymphgefäße schon innerhalb der Zotte sich vorfinden, oder erst an deren Basis ihren Anfang nehmen, hält mit Rudolphi (Nr. 786. S. 87) und Döllinger (a. a. O. p. 21) Heusinger (Nr. 785. II. S. 163) noch für ungewiß. Hewson (Nr. 553. III. p. 170) gab an, daß die Lymphgefäße gleich den Arterien ein Netz in der Schleimhaut einer Zotte bilden; nach Müller (Nr. 673. I. S. 255) sind es mehrfache, unregelmäßig anastomosirende Gefäße mit blinden Anfängen; nach Breschet (Nr. 738. S. 24) bilden sie Schlingen; Krause (Nr. 681. 1837. S. 5) sah ein 0,0138 Linie starkes mit Chylus gefülltes Lymphgefäß aus mehreren theils netzförmig verbundenen, theils frei endenden, aber nicht bis zur Oberfläche der Zotte reichenden, mindestens 0,0070 Linie im Durchmesser haltenden Wurzeln entspringen und in der Axe der Zotte mitten durch das Netz von Blutgefäßen verlaufen. Nach Döllinger (a. a. O. p. 21) bestehen die Zotten aus einer weichen, breiartigen, körnigen Substanz, die das Wasser gierig ansaugt und davon anschwillt. Bisweilen sind aber auch hohle Räume darin bemerkt worden, namentlich von Rudolphi (a. a. O. S. 48. 51) bei einem Ferkel, wo die Zotten völlig hohl und leer waren, und bei einer Maus, wo der in der Zotte verlaufende Canal mit einer keulenförmigen Erweiterung in der Nähe ihrer Spitze seinen Anfang nahm; Müller (a. a. O. S. 253) sah in einzelnen Zotten von Rindern, Schafen und Kaninchen mit Chylus gefüllte Höhlungen, aber nicht bei Hunden, Katzen und Schweinen. Hiernach ist es denn sehr glaublich, daß das in der Axe der Zotte verlaufende Lymphgefäß, wenn es zusammengefallen ist, durch die dasselbe umgebende weiche Masse unscheinbar gemacht wird, bei seiner Ausdehnung aber zu einem Bläschen erweitert erscheint. Henle (a. a. O. p. 35) erkennt auch eine solche Höhlung für das Lumen des Lymphgefäßes an,

und betrachtet die Zotte als ein von dem Lymphgefäßnetze an der äußern Fläche der Schleimhaut nach innen tretendes, folglich mit Schleimhaut und deren Epithelium überzogenes Anhängsel. Lieberkühn (a. a. O. p. 4. 13), der solche Höhlungen zuerst entdeckte und als Ampullen oder ovale Bläschen bezeichnete, erklärte sie ebenfalls für die erweiterten Wurzelanfänge von Lymphgefäßen, giebt aber an, sie seien mit einer schwammigen Substanz oder mit Zellgewebe gefüllt, und beruft sich besonders auf Fälle, wo er eine der geronnenen Milch ähnliche Materie darin fand; und Böhm (Nr. 745. S. 50) beobachtete bei Leichnamen an Cholera Verstorbener mit flüssigem Fette gefüllte Höhlen, welche von Scheidewänden durchzogen zu sein schienen. Es bleibt daher noch der Vermuthung Raum, daß in diesen Fällen eine Infiltration des Gewebes Statt gefunden hat. — Lieberkühn, der auch eine Einmündung von Arterien und Venen annimmt, wodurch eine aus den Arterien tretende dünne Flüssigkeit sich dem Chylus beimischen und dessen galliger Theil in die Venen übergehen soll (a. a. O. p. 22 sq.), will auch an der Spitze der Zotte eine, selten mehrere Mündungen des Bläschens gesehen haben. Solche offene Wege der Einsaugung aus dem Darme glaubten denn auch Hewson, Cruikshank (Nr. 727. I. S. 54), Sheldon (Nr. 724. p. 37), Hedwig und Andere zu erkennen, während Rudolphi (a. a. O. S. 88), Alb. Meckel (Nr. 185. V. S. 165 fgg.) u. s. w. sich von ihrem Dasein nicht überzeugen konnten, dasselbe auch dadurch vollkommen widerlegt wird, daß nach den neuern Untersuchungen die Wurzelanfänge der Lymphgefäße gar nicht bis zur Oberfläche der Zotte reichen. Die Grübchen, welche Müller (a. a. O. S. 254) hier bemerkte, sind nicht allgemein und gewiß keine Gefäßmündungen. Wenn nach Böhms (a. a. O. S. 54 fg.) Beobachtungen die oben erwähnten Fetttröpfchen zuweilen durch unregelmäßig verlaufende knotige Gänge zur Schnittfläche der abgeschnittenen Zotte gelangten, gewöhnlich aber an einer oder mehreren Stellen der Spitze hervortraten und dies bei Anwendung von kaustischem Kali auf die Oberfläche der Zotte selbst ohne allen äußern Druck erfolgte, so kann dies nicht als ein Beweis für Mündungen an der Oberfläche

gelten, denn wenn diese so weit offen wären, daß die im Lymphgefäße enthaltene Flüssigkeit viel leichter durch sie als durch eine Schnittfläche desselben sich ergießen könnte, so müßten sie auch deutlich zu erkennen sein. Eben so wenig wird dadurch bewiesen, daß man bei Einsprützung von warmem Wasser in den Lymphstamm den Eintritt von Chylus aus den davon strotzenden Gefäßen in den Darm gesehen zu haben behauptet (Nr. 642. p. 68).

e. e) Dasselbe gilt von dem Austritte des Quecksilbers aus der Haut, wenn die damit gefüllten Lymphgefäße gegen ihre Wurzelanfänge hin zusammengedrückt werden, wodurch Haase (Nr. 726. p. 14) bestimmt wurde, die Öffnungen der Talggruben für Mündungen jener Gefäße zu halten. Wenn Eichhorn offene Mündungen annimmt (Nr. 243. 1827. S. 117), welche in den Zellen der Lederhaut und in den Lymphräumen sich finden sollen (ebd. S. 122), so scheint er sich zu widersprechen, da er diese Räume als geschlossene Höhlen beschreibt (ebd. S. 50). Die neuern Untersuchungen, namentlich von Breschet (Nr. 738. S. 21 fgg.), haben gelehrt, daß die Lymphgefäße der Haut an der oberflächlichen Schicht des Malpighischen Schleims Netze ohne alle freie Enden bilden, und daß das Quecksilber nicht anders als durch Zerreißung aus ihnen auf die Oberfläche der Epidermis sich pressen läßt.

f. f) Injectionen in den Gallengang (Nr. 95. I. p. 166. Nr. 722. p. 55), in die Samenleiter (§. 567. i), in die Harnleiter (Nr. 95. I. p. 166), in die Milchcanäle (Nr. 722. p. 17—46) dringen bisweilen in die Lymphgefäße, und zwar lassen sie sich nach Panizza (Nr. 737. p. 41) aus solchen Schleimhautcanälen leichter als aus Blutgefäßen überführen. Hierdurch werden aber offene Mündungen eben so wenig bewiesen, als der Austritt einer Flüssigkeit aus den Blutgefäßen in jene Canäle (§. 877. l) den unmittelbaren Übergang der Blutgefäße in die Secretionscanäle darthut (§. 786. c). Letztere liegen dicht an ihren Gefäßen an, so daß ihre beiderseitige Wandung zu einer dünnen Haut verschmolzen ist, durch welche ein Übertritt leicht erfolgen kann (Nr. 569. III. S. 103 fgg.). So bemerkt Müller (Nr. 673. I. S. 257), daß die Injectionen aus den Milchcanälen nur, wenn diese sich nicht füllen, also bei einem Extra=

vasate, in die Lymphgefäße übergehen, und daß dies deshalb leicht erfolgt, weil die Lymphgefäße weiter sind als die Haargefäße und selbst als die blinden Enden der Secretionscanäle. g) In Zellgewebe ergoßnes Quecksilber füllt bisweilen die feinsten Lymphgefäße, wie dies Cruikshank, Haase und Sömmerring (Nr. 570. S. 497) sahen, ungeachtet doch in geräumige Höhlen eingesprützte Flüssigkeiten nicht leicht in enge Canäle treten, so daß wir denn auch jenen Übergang nur als die Folge einer durch die Ausdehnung des Zellgewebes entstandenen Spannung der Lymphgefäße betrachten können (Nr. 569. III. S. 104). Das Zellgewebe zeigt aber unter allen Elementargebilden die meiste Penetrabilität (§. 781. d); es bildet, sei es nun als atmosphärisches oder parenchymatöses, überall die Lagerstätte der Lymphgefäße, so daß die von ihm eingesogene Flüssigkeit in diese leicht eindringen kann; und so wird es denn auch an solchen Stellen die Leitung hauptsächlich vermitteln, wo keine Lymphgefäße in unmittelbarer Nähe sich finden. Wir können daher mit Treviranus (Nr. 166. I. S. 127) sagen, daß eigentlich nur das Zellgewebe einsaugt und die Lymphgefäße nur das aufnehmen, was in diesem schon enthalten ist. Blainville (Nr. 762. p. 117) betrachtet das Zellgewebe als das Organ eines hygroskopischen Herganges, den Säftelauf als die stärker und stetig gewordene Bewegung der eingesogenen Flüssigkeit, das Gefäß selbst aber als eine große Masche des Zellgewebes. In gleichem Sinne schreibt Döllinger (Nr. 783. I. S. 96) dem Zellgewebe die erste Anziehung der Flüssigkeit zu, die dann mit den in ihm strömenden Säften sich verbindet. Auf einem ganz anderen Wege treffen Fohmann (Nr. 734. p. VI. Nr. 189. 1830. S. 530) und Andere, welche das Zellgewebe selbst nur für ein Aggregat von Lymphgefäßen erklären (§. 830. d), in dem Resultate mit diesen Ansichten zusammen.

§. 905. Die Wirksamkeit der allgemeinen Weltkräfte ist vom organischen Leben nicht ausgeschlossen, vielmehr das Mittel den dem Organismus zum Grunde liegenden Gedanken zu verwirklichen und durch denselben näher bestimmt (§. 476). Dieser in allen Lebenserscheinungen ihre Bestätigung findenden Ansicht

gemäß beruht denn auch das Wesen der Einsaugung auf der, wenn auch in verschiednem Grade, dennoch aller Materie überhaupt gemeinsamen Durchdringbarkeit, in einer durch den Begriff des Organismus bestimmten Form. Dies ist längst anerkannt worden, z. B. von Cruikshank (Nr. 727. I. S. 9. 98), der die Einsaugung für eine Durchschwitzung durch Attraction von Haarröhrchen erklärt, die jedoch nicht bloß nach physischen Gesetzen vor sich geht, und von Wedemeyer (Nr. 529. S. 454), der sie als einen nach physischen Gesetzen unter dem Einflusse des Lebens erfolgenden Hergang betrachtet. Wenn die Gewohnheit, physische Erscheinungen auf die an den Apparaten der Physiker angestellten Beobachtungen zu beziehen, es mit sich brachte, daß man die bei der Einsaugung wirksame Anziehung als Capillarität bezeichnete, so konnte man verleitet werden, die Einsaugung für einen von physischen Erscheinungen ganz verschiednen Hergang zu halten, weil sie nicht nach denselben Gesetzen erfolgt, wie die Anziehung der gläsernen Haarröhrchen; daß letztre z. B. keine Feuchtigkeit aus der Luft an sich ziehen, führt Ontyd (Nr. 730. p. 17) als Grund für den rein vitalen Charakter der Einsaugung an, da doch sowohl unorganische als auch todte organische Substanzen hygroskopisch sind. Wenn warme Umschläge von Kleien oder Bohnenmehl auf wässerigen Geschwülsten nach einiger Zeit von Feuchtigkeit durchzogen sind, so hat die Lebensthätigkeit offenbar nur einen beschränkten Antheil daran, und umgekehrt tränken sich auch organische Gebilde mit angebrachter Feuchtigkeit, unabhängig vom Leben (§. 833). Die vollständige Einsaugung aber, d. h. die Leitung auf organischem Wege zum Blute, ist eine Lebenserscheinung, die vermöge des partiellen Lebens (§. 634. F. o) auch nach dem Tode vorkommt (Nr. 727. II. S. 29), aber dann viel langsamer vor sich geht (Nr. 196. IV. S. 164), nicht lange dauert (Nr. 735. p. 63) und überhaupt nur als Ausnahme von der Regel beobachtet wird (Nr. 730. p. 27 sqq.). a) Wie die Ausdünstung nach physischen Gesetzen erfolgt (§. 882. C), und nach dem Tode fortdauert (§. 634. g), aber unter dem Einflusse des Lebens ungleich stärker ist (§. 882. D), so gilt Aehnliches auch von der Einsaugung. Sie kann lebhaft sein auch ohne

Trockenheit des Gewebes, ohne Leerheit der Gefäße und ohne daß diese so eng sind wie Haarröhrchen. Denn da das Leben in ununterbrochner Thätigkeit besteht (§. 473. i), und seine Einzelheiten eine innige Beziehung zum Ganzen haben (§. 475. a), so ergiebt sich daraus eine höhere Beweglichkeit und stetige Strömung: der fortdauernden Ausscheidung entspricht eine fortdauernde Aufnahme; der aufgenommene Stoff haftet nicht an den zunächst berührten Puncten, sondern verbreitet sich weiter, denn das einzelne Gebilde theilt die empfangene Flüssigkeit den übrigen mit, und hört nicht auf einzusaugen, bis das ganze System gesättigt ist.

b. b) Die Einsaugung setzt zwischen dem aufnehmenden Gebilde und der aufzunehmenden Flüssigkeit eine Verwandtschaft voraus, welche durch Anziehung sich äußert, und dann in Anhaften (§. 833. B), Tränken (ebd. d) und Hindurchdringen (ebd. g) sich fortsetzt. Ein auf Ausgleichung zwischen Innerem und Aeußerem hinwirkender Austausch (ebd. t) ist im Verkehr der Haut und der Lungen mit der Atmosphäre offenbar (§. 839. b. 841. 882), bedingt aber nicht nothwendig jede Durchdringung, indem das Übergewicht der Anziehungskraft auf Seiten der organischen Gebilde liegen kann. Nun haben wir gesehen, daß Zeugungsorgane und deren Producte (§. 239. 274. b. 289. d. 290. b. 328), so wie das Blut (§. 440. g. 758 — 762) und dessen einzelne Bestandtheile (§. 881 fgg.) durch specifische Anziehung bestimmt werden, und schon hiernach können wir voraussetzen, daß eine solche auch bei der Einsaugung wirksam ist. In der That sehen wir, daß Haut und Lungen vornehmlich zur Aufnahme unorganischer Materie (Luft und Wasser), die Verdauungsorgane mehr zur Einsaugung organischer Materie bestimmt sind, und daß im Normalzustande viele fremdartige Stoffe ohne eingesogen zu werden durch den Darmcanal hindurchgehen, so wie von Galle und Harn nur die gemeinartigen Bestandtheile wieder in das Blut zurückgeführt werden. Wir erkennen also eine Wahlverwandtschaft, vermöge deren von verschiedenen Organen nur bestimmte Stoffe zu Erhaltung des Lebens eingesogen werden. Wie aber die Selbsterhaltungskraft nicht unbeschränkt ist, so können auch schädliche Substanzen eindringen. So geschieht dieses z. B. bei Pflanzen

(§. 865, I.), wie dies Wiegmann (Nr. 740) unter Andern chemisch nachgewiesen hat; nach Saussure gilt dies aber gerade von den giftigsten Stoffen am meisten; weil solche das Vermögen nur das Angemeßne aufzunehmen vernichten, und nach Towers (Nr. 190. II. Serie. VI. p. 293) saugen die Pflanzen erst, wenn sie kränkeln und zu wachsen aufhören, fremdartige Stoffe ein. So ist es denn auch möglich, daß Gifte im thierischen Körper die zunächst berührten Theile in einen krankhaften Zustand versetzen, ihre natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse stören und dadurch eingesogen werden. Indessen bleibt dies für die meisten Fälle nur eine Voraussetzung, und die Schnelligkeit, mit welcher viele Gifte aufgenommen werden, läßt keine solche Vermittelung denken, macht es vielmehr wahrscheinlich, daß sie auf einer Verwandtschaft mit der organischen Materie als solcher beruht, wie diese aus gleichem Grunde von starken Säuren oder ätzenden Laugensalzen unmittelbar angegriffen wird. Das allgemeine Gesetz der Verwandtschaft, so wie der darauf beruhenden Anziehung und Einsaugung ist Verschiedenheit im Besondern bei Übereinstimmung im Allgemeinen, oder, mit andern Worten, Differenz bei Identität (§. 261. c). Wiewohl aber dieses Gesetz im Ganzen feststeht, so können wir es doch nicht in allen einzelnen Fällen nachweisen, und z. B. daraus nicht bestimmt erklären, warum auf Wasser schwimmendes Fett vom Glase abgestoßen und vom Zinne angezogen wird, Kork hingegen umgekehrt sich verhält. Und so müssen wir denn auch in Betreff der die Einsaugung bestimmenden Verwandtschaftsverhältnisse im Einzelnen bei Erfahrungssätzen stehen bleiben, während der allgemeine Begriff seine Gültigkeit behält. So stellt sich uns denn, abgesehen von der Einsaugungsfähigkeit des Zellgewebes (§. 902. g) und der gefäßlosen organischen Substanz, wie sie im Eie gegeben ist (§. 290. c. 461 fgg.), die Frage, ob Lymphgefäße und Venen, Wandung und Inhalt der Gefäße verschiedene Verwandtschaftsverhältnisse zeigen. c) Zuvörderst läßt schon das Verhältniß ihrer Wurzeln erkennen, daß die Venen als unmittelbare Fortsetzungen der Arterien vorzüglich zur Rückführung des Blutes, die in freien Netzen an verschiedenen Flächen entspringenden Lymphgefäße hauptsächlich zur Einfüh-

rung in das Blut bestimmt sind, also in der Regel und unter normalen Verhältnissen der Einsaugung vorstehen und nicht ohne Grund Saugadern genannt werden. d) Übersehen wir die oben (§. 902. fg.) angeführten Beobachtungen, so finden wir, daß der Chylus und das Wasser in der Regel und vielleicht für immer in die Lymphgefäße übergeht, daß Salze oftmahls, Färbstoffe, Riechstoffe und Metalloxyde selten, die meisten Gifte aber niemahls von denselben, sondern nur von den Venen aufgenommen werden. Die Lymphgefäße zeigen demnach eine vorzügliche Verwandtschaft zu solchen Stoffen, die zu normalen Bestandtheilen des Blutes umgewandelt werden können, während das dem Organismus Fremdartige hauptsächlich von den Venen eingesogen wird, wie dies bereits Grimaud (Nr. 98. II. p. 257), Tiedemann (Nr. 222. S. 65. 81), Fohmann (Nr. 733. S. 8), Krimer (Nr. 511. S. 80), Collard de Martigny (Nr. 216. VIII. p. 205), Westrumb (Nr. 243. 1827. S. 530), Mayo (commentaries p. 44), Müller (Nr. 673. I. S. 264) und Andere anerkannt haben. Mehr problematisch ist es, wenn Westrumb (a. a. O. S. 533) behauptet, daß die Lymphgefäße nur im krankhaften oder widernatürlich gereizten Zustande der Aneignung widerstrebende Substanzen aufnehmen, und Brugmans (Nr. 730. p. 58) eben so ihre Einsaugung des Blatterngiftes als Folge der durch dieses erregten Entzündung betrachtet: denn vermöge einer natürlichen Verwandtschaft mit animalischer Substanz können diese Gefäße auch manche animalische Gifte an sich ziehen. Fassen wir aber den teleologischen Gesichtspunct auf, so können wir wohl sagen, daß die entsprechenden Stoffe dem Lymphsysteme überwiesen sind, um innerhalb desselben umgewandelt und angeeignet zu werden, das Fremdartige dagegen den Venen zufällt, damit es, in die Arterien übergeführt, durch die Secretionen bald wieder aus dem Organismus entfernt werde. Nach Treviranus (Nr. 808. S. 15) sollen Kampher, Färbstoffe u. s. w. bei Pflanzen nicht in die nur Verwandtes aufnehmenden Intercellulargänge, sondern nur in das röhrige Gewebe des Holzes dringen; und nach einer Beobachtung von Doubray (Nr. 196. XLV. S. 201) scheidet die Pflanze die eingesogene giftige Substanz wie-

der aus: da die Hälfte der Wurzeln eines Pelargoniums in eine Auflösung mit chromsaurem Kali gesetzt worden war, fand man dieses nachher in dem destillirten Wasser, in welches die andere Hälfte der Wurzel gesetzt war. e) Bei den Lymphgefäßen wirkt die Anziehungskraft der Wandungen, bei den Venen die des in ihnen enthaltenen Blutes. Weber (Nr. 788. p. 15 sqq. Nr. 569. III. S. 114) hat diesen Satz zuerst aufgestellt und dadurch bewiesen, daß, namentlich nach Emmert's (Nr. 482. II. S. 82. Nr. 185. I. S. 176) Erfahrungen nur die mit Blut gefüllten Venen Gifte aufnehmen, die Lymphgefäße hingegen auch im leeren Zustande einsaugen. Die Anziehungskraft des Bluts gegen Gifte hatte schon Emmert (Nr. 482. II. S. 88) erkannt, und sie wurde dadurch bestätigt, daß nach Magendies (Nr. 216. I. p. 10) Beobachtungen das Strychnin auch in Arterien eindringt. Wir können daher keineswegs mit Treviranus (Nr. 568. I. S. 313) annehmen, daß die Anfüllung der Venen mit stets strömendem Blute ihre Einsaugung hindere. f) Da nun überdies heterogene Substanzen auch in Theilen, die vom Organismus getrennt und todt sind, von den Venen aufgenommen werden, so können wir die Veneneinsaugung als einen auf dem chemischen Verhältnisse der Blutmasse beruhenden physischen Hergang betrachten, während die Einsaugung der Lymphgefäße auf der lebendigen Anziehungskraft ihrer Wandungen beruht, wie dies auch Lauth (Nr. 777. II. S. 239) bereits ausgesprochen hat. Poiseuille (Nr. 738. S. 137) sah bei einer Maus, welcher er blausaures Kali in den Mastdarm gesprützt und essigsaures Eisen auf das Gekröse gestrichen hatte, nach einigen Secunden unregelmäßige, schwärzliche Inselchen im venösen Blute laufend und daneben schwärzliche Lymphgefäße ohne Bewegung; hier scheint das essigsaure Eisen vom Blute der Venen, aber nur von den Wandungen der Lymphgefäße eingesogen worden zu sein. Auch bei den Pflanzen scheint die Einsaugung durch das Verwandtschaftsverhältniß der Zellenwände zu den äußern Stoffen bestimmt zu werden: denn wenn man die Wurzelenden abschneidet oder den Stengel durchschneidet, so treten allerlei Stoffe ohne Unterschied ein, während im unverletzten Zustande von einigen Stoffen mehr, von

andern weniger eingesogen wird. Indem durch metallische Salze die normale Mischung der Zellenwand zerstört wird, ändert sich auch die Verwandtschaft und Anziehungskraft derselben, so daß nun auch das Heterogene und Giftige eindringt.

§. 906. Die Einsaugung ist von mancherlei Verhältnissen abhängig, und wie sie, so ist auch die Menge und Beschaffenheit des Inhalts der Lymphgefäße einem bedeutenden Wechsel unterworfen. A.) Im Ganzen wird eine Substanz um so leichter eingesogen, je dünnflüssiger sie ist und je eher sie also das Gewebe zu durchdringen vermag; je geeigneter sie ist eine Verbindung mit den organischen Säften einzugehen und einen Bestandtheil des Bluts abzugeben; je mehr sie endlich die Lebendigkeit des berührten Organs erhöht und die Expansion in den Wänden seiner Lymphgefäße steigert. Das fette Oel ist weder mit der Lymphe mischbar, noch auch reizend, und widerstrebt daher der Einsaugung: so fanden es Segalas (Nr. 216. IV. p. 286) und Hering (Nr. 185. IV. S. 522 fgg.), wenn sie es in die Bauchhöhle eines Thiers gesprützt hatten, noch nach 4 bis 10 Tagen ohne sichtbare Verminderung daselbst, wie es denn auch die Berauschung hindert, indem es die Einsaugung geistiger Flüssigkeiten in den Verdauungsorganen hemmt; bei Einreibungen dient es bloß durch seine erweichende Kraft als Vehikel für andere Stoffe. Wasser und Auflösungen von Neutralsalzen werden ziemlich leicht eingesogen. Noch mehr gilt dies von animalischen Flüssigkeiten, jedoch in einem durch ihre übrigen Verhältnisse zum Organismus bestimmten Grade: Speichel oder Magensaft ist, namentlich nach Breras Erfahrungen ein vorzügliches Vehikel für Einreibungen; in Collard de Martigny's (Nr. 423. XI. p. 84) Versuchen wurde Fleischbrühe schneller als Wasser, Milch aber langsamer von der Haut eingesogen, und Frösche erhielten das durch die Ausdünstung vermindert wordene Gewicht nach Bluff (Nr. 739. p. 22) unter mit Milch getränktem Löschpapier viel später wieder als unter dem mit Wasser befeuchteten. Säuren und gerbstoffige Substanzen beschränken die Einsaugung; flüchtige, Expansion erregende befördern sie. Nur mit Einschränkungen gilt die Behauptung Hering's (Nr. 185. IV. S. 533) und Westrumb's

(Nr. 243. 1827. S. 518), daß reizende Stoffe schneller als milde, und um so schneller, je höher ihre reizende Kraft ist, eingesogen werden. Nach den von Haller (Nr. 95. VI. p. 343) angeführten Beobachtungen scheint in die Bauchhöhle gesprützter Wein ungleich später eingesogen zu werden als Wasser; und wenn Magendie (Nr. 789. I. p. 26) angiebt, daß Weingeist schneller als Wasser, Äther aber noch schneller aufgenommen werde, und daß scharfe ätzende Substanzen schneller als milde eingesogen zu werden scheinen (Nr. 247. II. p. 231), so gilt dies wohl nur von dem Eindringen in die Venen. Außerdem, daß mitwirkende Umstände die Beurtheilung erschweren, sind wir auch bei Stoffen, die uns nur nach ihren specifischen Wirkungen bekannt sind, bloß auf die nackten Thatsachen hingewiesen; so bei dem Wuthgifte in Vergleich mit dem Vipergifte, indem ersteres unwirksam bleibt, wenn man noch eine oder mehrere Stunden nach dem Bisse die Wunde ausschneidet, während bei letzterem die Amputation des verwundeten Gliedes schon nach wenigen Minuten zu spät ist.

B. B) Die Stärke des Einsaugungsvermögens der verschiedenen Organe wird hauptsächlich durch ihren Reichthum an Gefäßen, durch die Lockerheit ihres Gewebes und durch die Leitungskraft ihrer Decken bestimmt. Allein auch die eigenthümliche Stellung ihrer Thätigkeit zum Gesammtleben hat einen bedeutenden Einfluß; einzelne Organe nehmen einige Stoffe schneller auf als andere, und selbst die Lage scheint einen Antheil zu haben, indem manche Gifte um so schneller wirken, je höher die Stelle ist, mit welcher sie in Berührung kommen.

a. a) Die entoplastischen Gebilde, Zellgewebe und seröse Säcke, nehmen die erste Stelle ein, da sie während des Lebens fortdauernd auffaugen (§. 910. a). Nach Magendie (Nr. 789. I. p. 28 sq.) saugen die genannten Gebilde stärker als andere ein, das Brustfell aber am stärksten, was er indeß wohl mit Unrecht davon ableitet, daß es in Vergleich mit dem Bauchfelle an Blutgefäßen reicher ist. Christison (Nr. 701. S. 30) führt an, daß dieselbe Quantität Oxalsäure, die einem Hunde ohne Gefahr des Lebens in den Magen gebracht werden kann, in die Bauchhöhle gesprützt, denselben in weniger als einer Viertelstunde tödet; indeß ist auch zu erwägen, daß das Gift hier

nicht so mit andern Feuchtigkeiten gemischt und einer Umwandlung unterworfen wird, wie in den Verdauungsorganen. Wenn mehrere Gifte in Wunden (§. 899. a) am stärksten wirken, so mag dies zum Theil auf demselben Grunde und auf einem unmittelbaren Eindringen in das Blut beruhen. b) Demnächst folgen die Schleimhäute, und hier begegnen wir der auffallenden Thatsache, daß diejenigen, welche den Sinnesorganen angehören, manche narkotische Gifte am schnellsten aufnehmen, wie denn Blausäure, auf die Bindehaut gestrichen, fast augenblicklich tödet (Nr. 547. S. 236 fgg.), und nach Brodie (Nr. 184. XII. S. 162) auf die Zunge gebracht, schneller wirkt, als wenn sie in den Magen eingeführt worden ist. Magendie (Nr. 789. I. p. 42) erklärt dies aus dem Mangel an isolirendem Schleime; indeß können wir letztern wohl nur für einen Halbleiter halten, der, wenn er nicht zu dicht und in zu dicken Schichten aufgetragen ist, der Tränkung vielmehr zu Statten kommt, wie dies auch Tiedemann und Gmelin (Nr. 642. I. S. 365) anerkennen; der Reichthum an Nerven und die Nähe des Gehirns mögen wohl auch Antheil an jenen Erscheinungen haben. Die Lungen nehmen beim Athmen für immer Gas unmittelbar in das Blut auf; in die Bronchien eingebrachte fremdartige Substanzen werden daher besonders leicht von den Venen aufgenommen, wie denn nach Segalas (Nr. 423. XII. p. 104) hier eingesprützter Weingeist eben so schnell Trunkenheit verursacht, als wenn er unmittelbar in das Blut gebracht wird. Narkotische Gifte wirken daher hier ungleich stärker, als auf einer andern Schleimhaut, wie z. B. nach Segalas (Nr. 216. IV. p. 284 sqq.) Krähenaugenextract zu zwei Gran in den Lungen schon nach einigen Secunden, zu zwei Drachmen hingegen in der Harnblase erst nach 20 Minuten die Vergiftungszufälle hervorbrachte; es tödete aber auch bei jener Anwendungsart in Quantitäten, welche, in den Magen und selbst in seröse Säcke gebracht, keine Vergiftung verursachten; ja es wirkte dort selbst schneller, als wenn es unmittelbar in eine Vene gesprützt war, unstreitig weil es hier in das Hohlvenensystem gebracht, dort aber durch die Lungenvenen in das Aortensystem übergeführt wurde. c) Seguin (Nr. 185. III.

b.

c.

S. 590 fgg.) beobachtete von der äußerlichen Anwendung einer Auflösung von Sublimat oder Brechweinstein wenig oder gar keine Wirkung, wenn nicht die Oberhaut davon angegriffen wurde oder schon vorher verletzt war; diese betrachtete er daher als ein Hinderniß der Einsaugung, als einen Firniß, der nur durch die Kraft des Blutandranges bei der Ausdünstung überwunden wird. So bleiben denn heftige Gifte, z. B. Blausäure, der Speichel von tollen Hunden u. s. w., wenn sie bloß mit der unversehrten Oberhaut in Berührung kommen, unschädlich; wird dagegen das Blattergift bei der Impfung auf die von ihrer Oberhaut entblößte Haut gebracht, so erfolgt die Ansteckung, und bei der sogenannten endermatischen Methode bringen Chinin, Strychnin, Morphium, Emetin, Aloe, Squille und andere Arzneimittel dieselben specifischen Wirkungen im Gesammtorganismus hervor, wie beim innerlichen Gebrauche, und zum Theil in noch stärkerem Maaße. Hat man aber die Oberhaut durch kochendes Wasser abgelöst, so treten nach Magendie (Nr. 789. I. p. 52 sq.) solche Wirkungen nicht ein, weil die hornartig verschrumpfte und der Oberhaut dadurch ähnlich gewordene Haut nicht so lebhaft einzusaugen vermag; so ist auch die Einsaugung vermindert, wenn die Oberhaut durch Ammonium zerstört oder die entblößte Hautfläche an der Luft trocken geworden ist. Allein die Oberhaut ist nur eine schützende Decke, welche den Eintritt äußerer Stoffe in den Organismus erschwert, aber nicht unmöglich macht. Sie tränkt sich (§. 797. v.), namentlich mit wässerigen Flüssigkeiten, wie auch Schwielen und Leichdornen im warmen Bade sich erweichen, und wie auch anderes Horngewebe, namentlich das Haar einsaugt (§. 797. n), so daß es bei Kupferarbeitern zuweilen grün wird (Nr. 569. I. S. 202), wo man denn das Kupferoxyd in Substanz ausziehen kann (Nr. 423. X. p. 477); denn das Haar scheint zu diesem Oxyde eine besondere Verwandtschaft zu haben, und ich fand es auch bei einem nach langer Zeit wieder ausgegrabenen Leichname von dem kupfernen Kopfschmucke grün gefärbt. Die Haut von Eidechsen saugt trotz ihrer Schuppen lebhaft ein (Nr. 413. p. 307). Sömmerring (Nr. 176. VII. S. 254) spannte durch Blasenpflaster abgezogene Oberhaut über die Mün-

dung eines mit destillirtem Wasser gefüllten Gläschens, und konnte es Monate lang stehen lassen, ohne daß etwas daraus verdunstet wäre. Wenn aber die Oberhaut dem Austritte von Flüssigkeiten Hindernisse entgegensetzt, die in ihrem organischen Zusammenhange mit der Haut freilich geringer sind und durch das andringende Blut leicht überwunden werden, so gestattet sie ungleich leichter den Eintritt: wenn Magendie (Nr. 789. I. p. 91) ein Stück Haut mit der Oberhaut nach außen in Form eines Beutels mit Wasser gefüllt hatte, so löste dieses beim Durchschwitzen die Oberhaut ab und sammelte sich unter demselben an; wendete er aber den Beutel um, so schwitzte es bald durch. Die zartere Oberhaut an den Lippen saugt sehr lebhaft ein; und an den übrigen Stellen des Körpers ist sie zwar nicht in gleichem Grade durchdringbar, läßt aber doch bei anhaltender Berührung tropfbare Flüssigkeiten, so wie Gase und Dämpfe hindurchgehen (§. 898. B). C) Die Einsaugung wird ferner durch den jedesmaligen Zustand des Organismus bestimmt, und zwar zuvörderst d) durch die Menge seiner Säfte, da jeder Körper die Feuchtigkeit um so stärker an sich zieht, je weniger er selbst davon enthält. Dutrochet ließ eine Pflanze an der Luft liegen, bis sie 0,15 ihres Gewichts durch Ausdünstung verloren hatte; dann in Wasser gebracht, sog sie in den ersten 4 Stunden stündlich 20 Gran ein und dünstete 8 Gran aus; nachher betrug die Einsaugung stündlich 9½ Gran und die Ausdünstung 9 Gran, und als nun das frühere Gewicht wieder gewonnen war, blieben Einsaugung und Ausdünstung einander ziemlich gleich. Wir haben (§. 840) gesehen, daß die Ausscheidung aus dem Blute um so reichlicher ist, je mehr dieses in sich aufgenommen hat, und eben so entspricht nun diese Aufnahme auch dem vorangegangenen Verluste. Nach den Erfahrungen von Edward's (Nr. 413. p. 99 sq.) ist bei Fröschen die Einsaugung des Wassers um so lebhafter, je mehr sie zuvor durch Ausdünstung verloren haben; anfangs ist sie dann am stärksten, und dann nimmt sie in demselben Maaße ab, in welchem sie das Thier seinem frühern Gewichte nahe gebracht hat; überhaupt aber wird auf solche Weise der Verlust schneller ersetzt, als dieser selbst erfolgt war. Die Einsaugung

C.

d.

steht demnach in umgekehrtem Verhältnisse zur vorhandenen Blutmenge: die Versuche von Magendie (Nr. 216. I. 4 sq.) und Vernière (Nr. 701. S. 41) ergaben, daß das Strychnin, in die Brusthöhle von Hunden gebracht, ohne Wirkung blieb, wenn durch Einsprützen von vielem Wasser in die Venen eine künstliche Plethora hervorgebracht worden war, daß es dagegen mit ungewöhnlicher Schnelligkeit wirkte, wenn die Blutmenge durch einen Aderlaß vermindert worden war, und daß die Wirkung im gewöhnlichen Maaße eintrat, wenn man an die Stelle des abgelassenen Blutes eine gleiche Menge Wasser durch Infusion eingeführt hatte. Daher fanden denn auch Prevost und Dumas bei Thieren nach öftern Aderlässen das Blut verhältnißmäßig sehr wässerig, da durch die Entleerung der Gefäße die Einsaugung wässeriger Stoffe vermehrt worden war. Die Entziehung von Nahrungsmitteln hat natürlich ähnliche Folgen, wie die unmittelbare Verminderung der Blutmenge, und daher erfolgt eine Ansteckung nach einem Fasten leichter, so wie auch die Arzneimittel bei der Hungercur eine stärkere Wirksamkeit zeigen, und unter gewissen Umständen Verdauung und Ernährung durch Purganzen und Brechmittel gefördert werden kann (Nr. 107. S. 232). Das einzelne Lymphgefäß muß diesem Gesetze ebenfalls folgen: so sah Müller (Nr. 673. I. S. 251) an einem ausgeschnittenen Schafdarme die von da kommenden Lymphgefäße von Neuem sich füllen, wenn er sie durch Streichen in der Richtung der Klappen entleert hatte. Es war nur zu weit gegangen, wenn die Einsaugung überhaupt von Riolan und Glisson als Wirkung des atmosphärischen Drucks auf den durch die Ausdünstung entstandenen leeren Raum betrachtet und von Aselli mit dem Saugen der Blutegel verglichen wurde. e) Denn die lebendige Thätigkeit zeigt sich als ein wesentlicher Bestimmungsgrund. Nasse (Nr. 790. I. S. 482) beobachtete, daß Schnecken, die durch Ausdünstung in trockner Luft $1/6$ bis $1/3$ ihres Gewichts verloren hatten, im Wasser anfänglich, so lange sie matt waren, wenig, und erst dann, als sie sich etwas erholt hatten, lebhaft einsogen. Auf ähnliche Weise wurde bei einem Jokei, der kunstgerecht trainirt worden war, durch ein Glas Wein die Einsaugung aus der

Atmosphäre so verstärkt, daß er binnen einer Stunde um dreißig Unzen an Gewicht zunahm (Nr. 243. 1827. S. 493); Carpenter (Nr. 804. III. S. 180) führt ebenfalls eine solche Beobachtung an. Bei einem raschen Blutlaufe und höherer Reizempfänglichkeit ist auch die Einsaugung reger. Wenn Mayer (Nr. 185. V. S. 43) die Bauchaorta unterbunden hatte, so wurde die Einsaugung fremdartiger Stoffe in den Lungen eher gehindert als befördert, da die Brustorgane mit Blut überfüllt waren; bei einer ähnlichen Unterbindung, welche Schnell anstellte, wurde das in eine Wunde des Schenkels gebrachte Antiar nicht von den Venen aufgenommen, zeigte aber alsbald seine Wirkung, als die Unterbindung nach acht Stunden weggenommen wurde (Nr. 736. S. 51). Wird dagegen die Lebensthätigkeit eines einzelnen Organs mehr aufgeregt, so saugt es auch lebhafter ein, was zum Theil auf mechanische Weise zu erklären ist, indem sowohl durch die erhöhte Turgescenz die Wandungen der Lymphgefäße mehr ausgespannt werden, als auch der Blutstrom rascher wird; ein entzündeter Theil aber, wo das Blut stockt, saugt weniger ein. f) Es kommt ferner auf die momentane Richtung des Lebens an. Während die Lymphgefäße des Darms thätiger sind, saugt die Haut und die Lunge weniger ein: so ist man, nachdem man etwas Nahrung zu sich genommen hat, weniger in Gefahr angesteckt zu werden, als im nüchternen Zustande. Auch deprimirende Affecte erhöhen die Ansteckungsfähigkeit, indem sie die lebendige Widerstandskraft herabsetzen und der centripetalen Richtung der Säfte das Übergewicht geben. D) Zu den dabei mitwirkenden Umständen gehört g) der von außen her wirkende mechanische Druck. Wie man durch Zusammendrückung eines strotzend angefüllten Darmstücks die Flüssigkeit in die Lymphgefäße treiben kann (Nr. 673. I. S. 251), so wird unstreitig auch im Leben die abwechselnde Zusammenziehung der Därme die Einsaugung fördern, wiewohl diese nicht, wie Boerhaave annahm, auf der peristaltischen Bewegung beruhen kann, da sie auch in solchen Organen vor sich geht, wo keine Bewegung einwirken kann. Die Reibung der Haut unterstützt die Einsaugung auf das Kräftigste, und der Druck der Atmosphäre befördert die Strömung der Säfte

f.

D.

g.

von außen nach innen (§. 726. g), mithin auch die Einsaugung eben so, wie er der nach außen gehenden Ausscheidung Schranken setzt (§. 839. e). Breiumschläge von Brechweinstein verursachten wenig oder gar keine Pusteln, wenn Westrumb (Nr. 243. 1827. S. 527) einen Schröpfkopf darüber aufgesetzt hatte; wurde blausaures Kali mit Strychnin oder Morphium oder Arsenik in eine Wunde gebracht und diese mit einem Schröpfkopfe bedeckt, so traten weder Vergiftungszufälle ein, noch auch zeigte sich das blausaure Kali im Blute oder in einer andern Flüssigkeit (ebd.
h. 1828. S. 109—119). h) Wie die Wärme überhaupt Ausdehnung bewirkt und die Vereinigung verwandter Körper befördert, wie daher selbst Leinwand an dem einen Ende, das in warmes Wasser getaucht ist, sich stärker tränkt als an dem andern in kaltes Wasser gehängten Ende (Nr. 789. I. p. 27), und wie der Pflanzenstengel in der Sonnenwärme mehr Wasser in sich zieht (Nr. 674. S. 52), so wird besonders auch im animalischen Körper die Einsaugung durch Wärme begünstigt, und zum Theil beruht darauf die weitere Verbreitung ansteckender Krankheiten in
i. der warmen Jahreszeit. i) Der Galvanismus befördert nach Foderá (Nr. 625. p. 36. Nr. 216. III. p. 35) die Einsaugung, wenn er auch nicht als der wesentliche Grund derselben zu betrachten ist (Nr. 537. p. 180).

§. 907. Die Bewegung des Inhalts der Lymphgefäße im unverletzten Zustande wird nur dann deutlich sichtbar, wenn er nicht gleich ihnen durchsichtig und farblos ist; und so ist sie denn längst am Chylus beobachtet worden, indem die damit gefüllten Gefäße unter den Augen des Beobachters und von Stelle zu Stelle fortschreitend ihr weißes und strotzendes Aussehen verloren
a. (Nr. 95. I. p. 165. VII. p. 200. 227). a) Die Schnelligkeit der Strömung ist sehr wechselnd, und ihr mittleres Maaß ist schwer zu bestimmen (vgl. §. 902. c). Cruikshank (Nr. 727. I. S. 26) sah bei einem Hunde den Chylus in einer Secunde 4 Zoll weit fließen, was für die Minute 20 Fuß betragen würde; Magendie (Nr. 247. II. p. 164) erhielt aus dem geöffneten Lymphstamme eines Hundes in 5 Minuten eine halbe Unze Chylus, und Collard de Martigny (Nr. 216. VIII. p. 176 sqq.)

bei einem seit 24 Stunden ohne Nahrung gebliebenen Kaninchen in 10 Minuten 9 Gran, bei einem andern in 7 Minuten 5 Gran. Man muß jedoch bedenken, daß bei diesen Beobachtungen einerseits der Druck der Atmosphäre auf die bloß gelegten Lymphgefäße, andererseits die Öffnung des Lymphstammes mechanische Momente waren, welche den Lauf der Flüssigkeit beschleunigen mußten, und daß daraus kein sicherer Schluß auf den unverletzten Zustand gezogen werden kann. Wenn Magendie (Nr. 247. II. p. 200) die Lymphgefäße am Halse durch angebrachten Druck entleert hatte, so dauerte es zuweilen eine halbe Stunde, ehe sie sich wieder füllten, und nicht selten blieben sie leer. b) Daß die Strömung ihre Richtung durch die Klappen erhält, ergiebt sich aus deren Baue, aus dem entsprechenden Abflusse der in den Lymphgefäßen enthaltenen Flüssigkeit bei einem Drucke oder einer Verwundung, und bei der Anschwellung unterhalb einer Unterbindung; der Lymphstamm mündet mit einer den Rücktritt verwehrenden Klappe in dem Winkel zwischen der Hals- und Schlüsselbeinvene, so daß die aus ihm tretende Flüssigkeit in der Diagonale der beiden gegen einander stoßenden Blutströme von ihnen mit fortgerissen wird (Nr. 570. S. 507). Man hat zuweilen Injectionen von den Stämmen aus gegen die Wurzeln hingetrieben, und hierauf gestützt ist von Mehrern, namentlich von Darwin (Nr. 96. I. 2. Abthlg. S. 29—140) eine solche rückgängige Bewegung als eine im Leben öfters vorkommende Erscheinung angenommen, um manche Erscheinungen, besonders den schnellen Übergang mancher Stoffe aus den Verdauungsorganen in die Harnwege zu erklären. Allein es ist nur eine seltene Ausnahme, daß man die Injectionen in jener Richtung zu treiben vermag, und nach Sömmerring (Nr. 570. S. 499) vermochte eine 33 Zoll hohe Quecksilbersäule die Klappen eines Lymphgefäßes nicht zu überwinden; wo aber eine solche rückgängige Bewegung sich erzwingen läßt, überwältigt sie nur die nächsten Klappen und breitet sich nicht weit aus (Nr. 95. I. p. 251). Übrigens finden sich bei Fischen vollständige Klappen nur an den Einmündungen in Venen, während im Verlaufe der Lymphgefäße, besonders wo sie Erweiterungen und Geflechte bilden, nur schwache Einschnürungen deren Stelle ver-

b.

c. treten (Nr. 733. I. S. 43). c) Der abwechselnde Druck, dem die Lymphgefäße von den umliegenden Muskeln ausgesetzt sind, muß einen Einfluß auf die Strömung haben, ohne für dieselbe wesentlich zu sein. Wie nach den Beobachtungen von Ramdohr und Rengger bei Insecten die peristaltische Bewegung des Verdauungsorgans den zwischen dessen Membranen angesammelten Chylus hervortreibt, so müssen auch die Lymphgefäße eines Darmstücks durch dessen Zusammenziehung entleert werden, und während seiner Ausdehnung sich wieder füllen; indeß bemerkte Lieberkühn (Nr. 742. p. 22—26), der die Einsaugung des Chylus auf diese Weise erklärt, daß solche wechselnde Entleerung und Anfüllung nur dann eintritt, wenn das Thier schon matt ist, bei einem kräftigern Lebenszustande hingegen die Strömung ununterbrochen ist (vgl. §. 714. d); und man sieht den Chylus auch an ruhenden Därmen und nach dem Tode fließen (Nr. 95. VII. p. 232). So sah dies Poiseuille (N. 738. S. 136) unter dem Mikroskope an einer Maus; bei jeder Contraction des Darms strömte der Chylus stoßweise schneller, ohne daß die Bewegung des Bluts sich dabei änderte. Wenn Barry (Nr. 196. XVII. S. 198) annimmt, das in den Därmen enthaltene Gas treibe den Chylus in den Lymphgefäßen fort, so setzt dies eine abnorm starke Gasentwickelung voraus. Die Bewegung der Bauchmuskeln kann den Lauf der Flüssigkeit fördern, wie denn Magendie (Nr. 247. II. p. 164) bei einem Drucke mit der Hand auf den Bauch den Chylus aus dem geöffneten Lymphstamme schneller abfließen sah; er fließt aber auch bei geöffneter Bauchhöhle (Nr. 95. VII. p. 234 sq.). Eben so kann beim Einathmen der untere Theil des Lymphstamms durch das Zwerchfell zusammen gedrückt und der obere Theil erweitert werden, und beim Ausathmen umgekehrt (ebd. p. 236), ohne daß dies wesentlich ist, wie denn dieser Einfluß bei den ohne Zwerchfell athmenden Thieren wegfällt. So begleiten die Lymphgefäße auch mehr die Venen als die Arterien, und sind in der Haut u. s. w.

d. keinem wechselnden Drucke ausgesetzt. d) Bei den Pflanzen nimmt die Einsaugung der Wurzeln und das Aufsteigen des Saftes zu, wenn die Blätter mehr ausdünsten, also bei trockener warmer

Luft; aber in der Mittagshitze, wo die Ausdünstung am stärksten ist, und wenn diese so weit geht, daß die lebendige Thätigkeit darunter leidet, steigt der Saft nicht mehr auf, wie dies aus den Beobachtungen von Hales (Nr. 674. S. 65. 71 fg.) und Dutrochet (Nr. 537. p. 72 sq.) sich ergiebt. Auf gleiche Weise wird die fortwährende Entleerung des Lymphstamms, dessen Flüssigkeit von dem venösen Blutstrome mit fortgerissen wird, die Strömung im ganzen Lymphsysteme befördern, ohne sie wesentlich zu bedingen. Wird der Abfluß durch Stockung des Bluts im Hohlvenensysteme (Nr. 95. VII. p. 207), oder durch Unterbindung der Schlüsselbeinvene (Nr. 736. S. 47), oder des Lymphstamms (Nr. 97. II. S. 15) oder eines Lymphgefäßes (Nr. 792. II. S. 244) unterbrochen, so entsteht durch die von den Wurzeln her fortdauernde Strömung eine Anschwellung unterhalb des Hindernisses, und trifft dieses den obern Theil des Lymphstamms, so berstet derselbe zuweilen (Nr. 95. VII. p. 229. Nr. 511. S. 87). Astley Cooper (Nr. 680. I. S. 66) beobachtete solche Berstung am Bauchtheile des Lymphstamms (cisterna chyli) nicht bloß nach Unterbindung, sondern bei Hunden während einer reichlichen Chylusbildung selbst wenn er den obern Theil nur einige Minuten lang zusammengedrückt hatte; er erklärt dies aus der verhältnißmäßig dünnern Wandung jenes untern Theils; da dieser aber dennoch den Druck einer über zwei Fuß hohen Quecksilbersäule, ohne zu bersten, aushielt, so folgte daraus, daß die treibende Kraft in den Lymphgefäßen noch stärker sein muß. Wir sehen also hier etwas Ähnliches wie bei der Einsaugung der Thränenpuncte, welche bei gehindertem Abflusse in die Nase fortdauert, so daß der Thränensack dadurch abnorm angeschwellt wird. e) Die treibende Kraft der Lymphgefäße zeigt sich unmittelbar, wenn man sie unterhalb einer Unterbindung ansticht, wo ihre Flüssigkeit ausspritzt und oft in einem Bogen von mehrern Zollen hervorstürzt, wie dies Tiedemann (Nr. 222. S. 4. 6. 22. 66 fgg.), Westrumb (Nr. 736. S. 47) und Andere beobachteten. So sah auch Tiedemann (a. a. O. S. 32) den Lymphstamm an der Luft fast um die Hälfte seines Durchmessers sich verengern; Fohmann (Nr. 732. S. 33) und Breschet (Nr. 738. S. 49)

e.

sahen Ähnliches an den Lymphgefäßen des Gekröses, und Valentin (a. a. O.) an denen des Halses. f) Diese Erscheinungen könnten von den mechanischen Eigenschaften des Gewebes abhängen. In der That besitzen die Wandungen der Lymphgefäße bei aller ihrer Zartheit und großen Dehnbarkeit eine so starke Cohäsion, daß sie, wie Sheldon (Nr. 724. p. 27) und Andere zeigten, die Blutgefäße hierin übertreffen und den Druck einer Quecksilbersäule aushalten, bei welchem Blutgefäße von gleichem und selbst von beinahe viermahl stärkerem Durchmesser zerreißen (Nr. 569. III. S. 97); am stärksten ist die Cohäsion an den Lymphgefäßen der untern Gliedmaaßen, schwächer an denen der obern, am schwächsten an denen der Eingeweide (Nr. 738. S. 50). Allein jene Erscheinungen erlöschen zu bald nach dem Tode, als daß sie bloß von der mechanischen Kraft abhängen könnten. Davon überzeugte sich Tiedemann (Nr. 222. S. 23. 67), indem z. B. bei einem Pferde der Lymphstamm, der den Chylus unmittelbar nach dem Tode mit Kraft ausgesprützt hatte, von Neuem unterbunden, nach anderthalb Stunden wieder gefüllt war, aber den Chylus nun bloß ausrinnen ließ. Ähnliches sah Fohmann bei Hunden (Nr. 732. S. 33) und bei Fischen (Nr. 733. S. 43) und Breschet (Nr. 738. S. 49) an den Lymphgefäßen des Gekröses von Hunden. Auch hält es Magendie (Nr. 247. II. p. 201) für wahrscheinlich, daß sie beim Sterben sich zusammenziehen, da er sie bei eben getödeten Thieren fast immer leer fand. Wenn Mascagni (Nr. 727. II. S. 38) bei Verletzung von Jahrelang aufbewahrten Präparaten das Quecksilber auslaufen und die Lymphgefäße zusammenfallen sah, so ist dies kein triftiger Einwand gegen die Annahme einer lebendigen Zusammenziehungskraft. g) Müller (Nr. 681. 1834. S. 58. 296 fgg.) hat bei Fröschen, Kröten, Salamandern und Eidechsen Lymphherzen entdeckt, welche von Panizza (ebd. S. 301) gleichzeitig, und bald darauf auch bei Riesenschlangen von Weber (ebd. 1835. S. 538 fgg.) und Valentin (Nr. 792. I. S. 294 fgg.) gefunden worden sind. Es sind blasenförmige Erweiterungen von Lymphgefäßen, welche die von diesen empfangene Flüssigkeit durch eigenthümliche (bei Fröschen 60 mahl in der Minute erfol-

gende) Pulsation in die damit zusammenhängenden Venen treiben, indem ihre mittlere (zwischen der äußern zellgewebigen und der innern gemeinsamen Aderhaut liegende) Membran aus Muskelfasern besteht, die gleich denen des Herzens quer gestreift und in verschiedenen Richtungen gewunden sind; auch ist der Eingang und Ausgang dieser Blasen mit Klappen versehen. Hiernach ist denn die Analogie mit dem Blutsysteme augenscheinlich, dessen mittlere Membran aus Fasern besteht, die im Herzen zu bewegungskräftigen Massen ausgebildet, in den Gefäßen aber so unvollkommen entwickelt sind, daß sie dem sehnigen Gewebe ähneln.

h) Cruikshank (Nr. 727. S. 55), Sheldon (Nr. 724. p. 26) und Schreger erklärten die mittlere Membran der Lymphgefäße für aus Muskelfasern bestehend, indem sie sich besonders auf Untersuchungen des Lymphstamms von Pferden stützten. Andere Zergliederer, und noch Fohmann (Nr. 733. S. 43) und Henle (Nr. 746. p. 1) konnten sich nicht vom Dasein von Muskelfasern überzeugen, und Letzterer erklärte die wahrgenommenen Fasern für zellgewebig. Aber Valentin (Nr. 792. II. S. 242 fgg.), dessen Autorität hier nicht in Zweifel zu stellen ist, hat am Lymphstamme von Menschen wie von Pferden und auch an den Lymphgefäßen neben den zellgewebigen Fäden noch Muskelfasern gefunden, welche denen der Venen sehr ähnlich sind, und gleich diesen meist in der Länge des Gefäßes verlaufen, indem sie nur hin und wieder durch schräge Fasern netzartig verbunden werden. Daß in den Klappen Ringfasern sein sollen, an welche jene Längenfasern sich ansetzen, wie Mojon (Nr. 196. XLI. S. 257) behauptet, hat Valentin nicht bestätigt. i) Haller (Nr. 152. I. p. 379. Nr. 95. I. p. 165. VII. p. 234) sah Lymphgefäße bei Berührung von Schwefelsäure, aber nicht von salzsaurem Spiesglase sich zusammenziehen; und nach Valentin (a. a. O.) verwandelte sich bei Berührung von rauchender Salzsäure oder von kaustischem Kali das ganze Lymphgefäß sogleich in einen dünnen Faden. Ob dies eine rein chemische Wirkung ist, wie Tiedemann (Nr. 222. S. 68) behauptet, weil auch Lymphgefäße, die seit einem Jahre in Weingeist aufbewahrt waren, durch Schwefelsäure sich verengerten, ist nicht entschieden. Indeß

5 *

kann man die Verengerung bei Berührung der Luft (e) wohl eher von einer Reizung als von dem atmosphärischen Drucke ableiten; auch soll die Berührung von warmem Wasser oder verdünntem Weingeiste eine Zusammenziehung erregt haben, die aber so allmählig erfolgte, daß man nicht die Bewegung selbst, sondern nur die Wirkung zu erkennen vermochte (Nr. 569. III. S. 97). Von mechanischer Reizung mit dem Messer sah Valentin keine Wirkung; dagegen beobachtete Sheldon (Nr. 724. p. 27), daß starke Lymphgefäße bei einem lebenden Hunde, wenn sie unter dem eine Zeit lang anhaltenden Drucke sich strotzend gefüllt hatten, dann kräftig und bis zu gänzlicher Verschließung ihres Lumens sich zusammenzogen. In einem von Müller (Nr. 673. I. S. 265) angestellten Versuche endlich zeigte der Lymphstamm einer lebendig geöffneten Ziege bei Einwirkung einer starken galvanischen Säule zunächst zwar keine Zusammenziehung; wohl aber erschien er nach einiger Zeit an dieser Stelle etwas verengert und hin und wieder unbedeutend eingeschnürt. Wir erkennen in dem Allen ähnliche Erscheinungen wie an den Blutgefäßen (§. 734. 736. 337): lebendige Bewegungen, die durch Verkürzung eigenthümlicher Fasern hervorgebracht werden, jedoch so, daß die Bewegungen anhaltender, träger, unscheinbarer, und die Fasern unvollkommener, mehr dem sehnigen oder zelligen Gewebe ähnlich sind, als da, wo ein mit höherer Lebendigkeit begabter Sammelplatz des Blutes sich bildet, im Herzen. So wird nun die Bewegungskraft der Lymphgefäße gleich der der Blutgefäße (§. 732 fgg.) Einfluß auf die Strömung der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit haben, ohne den Grund derselben abzugeben, vielmehr durch lebendige Spannung der Wandung gegen den Inhalt sich wirksam beweisen (§. 748. a).

k. k) Bei den Pflanzen, wo das Gewebe keine eigene Bewegungskraft besitzt, hängt, wie besonders Dutrochet (Nr. 537. p. 73 sqq. 159 sqq.) gezeigt hat, das Aufsteigen des Saftes nicht von der Anziehung der Zweige und Blätter, sondern von der steten Einsaugung der Wurzelspitzen ab, welche dadurch in einem turgiden Zustande erhalten werden; denn wenn man z. B. im Frühjahre eine Weinrebe durchschneidet, so dauert das Austräufeln des Saftes in dem mit der Wurzel zusammenhängenden

Stücke ununterbrochen fort, während in dem davon getrennten Stücke alle Saftbewegung sogleich aufhört. Nun schwillt ein unterbundenes Lymphgefäß durch die von seinen Wurzeln ausgehende Strömung unterhalb des Bandes an, und man sieht, wie unter Andern auch Magendie (Nr. 247. II. p. 164) und Collard de Martigny (Nr. 216. VIII. p. 188) bemerken, daß die Strömung des Chylus schneller oder langsamer ist, je nachdem seine Bildung reichlicher oder sparsamer vor sich geht: wir dürfen daher den wesentlichen Grund der Bewegung von Chylus und Lymphe in der steten Einsaugung der Wurzeln suchen. So vermuthete schon Haller (Nr. 95. VII. p. 234), der Chylus werde durch Anziehung von den Lymphgefäßen aufgenommen und durch jede auf solche Weise eingetretene neue Welle weiter getrieben; auch wurde die Saugkraft der Wurzeln von Mascagni (Nr. 727. II. S. 39) in Verbindung mit Contractilität, so wie von Hewson (Nr. 553. III. p. 189) und Haase (Nr. 726. p. 22) in Verbindung mit Muskelkraft, von Treviranus (Nr. 568. I. S. 316) und Müller (Nr. 673. I. S. 269) allgemeiner als Ursache der Strömung im Lymphsysteme anerkannt. l) Carus (Nr. 185. III. S. 419) nimmt als solche ein selbstthätiges Streben der Lymphe nach der organischen Mitte des Körpers an. Allein wir kennen außerhalb der Seelenkraft keine solche Selbstbestimmung; die Materie wird nur durch äußere Sollicitation zur Bewegung, wie zu jeder Thätigkeitsäußerung überhaupt bestimmt. Wohl aber ist es gedenkbar, daß die Anziehung, welche die erste Einsaugung veranlaßt, auch in den Wänden der Lymphgefäße bei deren fernerem Verlaufe noch wirksam sich bezeigt, so daß jeder Punct derselben immer eine frische Welle an sich reißt und die bisher mit ihm in Berührung gestandene dem nächst folgenden Puncte überläßt, wie die Säfte in der Pflanze aus einer Zelle in die andere wandern. Es wäre möglich, daß selbst die Klappen auf diese Weise die Fortbewegung unterstützten, so wie bei den Pflanzen die Knoten, welche nach Dutrochet (a. a. O. p. 171) durch ihre Scheidewände eigene Sitze von Endosmose bilden, das Aufsteigen des Saftes befördern. m) [Zusatz von Ernst Burdach. Bei einem während der Verdauung getödeten Thiere dauert

l.

m.

die Strömung des Chylus vom Darme nach der Jugularvene hin noch fort, so lange der Körper warm ist; denn unterbindet man bei uneröffneter Bauchhöhle den ductus thoracicus über dem Zwerchfelle, so schwillt er unterhalb der Unterbindung beträchtlich (bei Hunden bis zu einer Dicke von 3‴) an, und sprützt, wenn man in diese Anschwellung einsticht, den Inhalt im Bogen aus. Dieses Aussprützen des Chylus läßt eine gewisse Contractilität des ductus thoracicus allerdings nicht bezweifeln, dieselbe scheint aber nur nach ungewöhnlich starker Ausdehnung von Bedeutung zu sein, denn es wird nicht nur der in dem ductus thoracicus oberhalb der Unterbindung befindliche Chylus nicht in die Vene getrieben, sondern auch dann, wenn man in einiger Entfernung oberhalb der Unterbindung den ductus durchschneidet, so fließt kaum ein Tropfen aus, vielmehr bleibt der ganze Gang bei horizontaler Lage immer mäßig gefüllt. Ob jenes Anschwellen des ductus unterhalb der Ligatur, welches übrigens nach dem Erkalten des Leichnams nicht weiter wahrgenommen wird, von noch fortdauernder Chylification herzuleiten sei, oder nur durch Contraction der Lymphgefäße bewirkt werde, möchte schwer zu entscheiden sein. Ich möchte mich für die erste Annahme erklären, indem man im andern Falle den kleinern Lymphgefäßen eine sehr starke, die des ductus thoracicus bei weitem überwiegende Contractionskraft zuschreiben müßte; denn während sich der durchschnittene ductus thoracicus bei aufrechter Stellung des Cadavers nie entleert, zeigte sich mir ein Zuströmen des Chylus nach der Cisterne auch dann, wenn ich bei Lagerung des Thierkörpers auf der Bauchfläche die letztere durch Wegnahme der Wirbel von obenher bloßlegte, dergestalt, daß die durch eine kleine Öffnung fast ganz entleerte Cisterne nach wenigen Minuten wieder ganz gefüllt erschien; in welchem Falle dann der Saft offenbar aufwärts getrieben worden war. Die Mündung des ductus thoracicus in die Vena jugularis ist nicht nur, wie bekannt, durch eine Klappe vor dem Eindringen des Blutes verschlossen, sondern scheint auch den Ausfluß des Chylus selbst sehr zu beschränken, so daß zu diesem vielleicht noch eine gewisse Anziehung von Seiten des strömenden Blutes erforderlich ist. Hierfür spricht nicht nur der Umstand, daß ich die

bei Einsammlung von Chylus früher immer zuerst vorgenommene Unterbindung des ductus thoracicus später als ganz unnöthig unterlassen konnte, sondern auch folgendes erfolgloses Unternehmen. In der Erwartung, recht viel Chylus und Lymphe auch ohne Eröffnung der Brust- und Bauchhöhle gewinnen zu können, befestigte ich bei einem durch Blutentziehung getödeten Hunde eine Glasröhre an die ganz blutleere V. jugularis interna, nachdem ich alle Nebenzweige derselben sowie ihren Stamm und die V. subclavia unterbunden hatte, und hing das Cadaver an den Hinterfüßen auf; das untergehaltene Gefäß hatte aber nach Verlauf einer halben Stunde kaum 5 bis 6 Tropfen Chylus aufgenommen.]

§. 908. Die fremden Stoffe erfahren zum Theil Veränderungen, welche der Organismus entweder vor ihrer Einsaugung, oder nach derselben (§. 909.) in ihnen hervorbringt. Der erstere Fall findet Statt bei der Einsaugung fester organischer Substanz, welche der Blutbildung zu dienen geeignet ist, und um hierzu in die Gefäße dringen zu können, nothwendig eine flüssige Form angenommen haben muß. Nicht allein die Verdauungsorgane, von denen an dieser Stelle noch nicht die Rede sein kann, sondern auch andere Räume des thierischen Körpers bewirken vermittelst der in ihnen secernirten Feuchtigkeit eine Verflüssigung der darein gebrachten nahrhaften Substanz, damit hierauf die Einsaugung derselben erfolgen kann. Die verflüssigende Feuchtigkeit kann das Erzeugniß entweder einer normalen, oder einer durch die von der fremden Substanz hervorgebrachte Reizung in ihrer Qualität veränderten Secretion (§. 848—855), und dadurch wirksamer geworden sein; und so kann die Verflüssigung entweder auf Annahme eines andern Cohäsionsgrades sich beschränken, oder zugleich auch in einer Umwandlung der Substanz bestehen. a) Die serösen Säcke sind im Ganzen genommen wenig geeignet, fremde feste Körper auf solche Weise zu verändern und einzusaugen, da sie durch dergleichen Reize zu sehr in ihrer Lebensthätigkeit gestört werden und sich entzünden; doch fehlt ihnen jenes Vermögen nicht ganz. Pierce Smith (Nr. 794. II. Dekade X. S. 241 fg.) brachte zwei Embryonen und drei Eier von Mäusen in den Unterleib einer Katze, und nach 16 Stun-

a.

den, wo das Thier starb, war nur noch Knochensubstanz von der Größe eines Stecknadelknopfs davon übrig; in andern Versuchen brachte er Fleisch, Leber u. s. w. in die Bauchhöhle von Katzen, und fand nach einiger Zeit keine Spur mehr davon, wenn nicht etwa Knochenstücke dabei gewesen waren, die dann aber auch wie angefressen erschienen; eben so war von einem Froschschenkel, den er in einem leinenen Beutel eingebracht hatte, nach 60 Stunden nur noch wenig Knochensubstanz übrig. Hering (Nr. 185. IV. S. 500 fgg.) brachte in die Bauchhöhle eines Kaninchens ein Loth zerschnittenes Fleisch, und fand es nach 14 Stunden durch ergossene plastische Feuchtigkeit an die Därme geheftet; bei einem andern war das zu 2 Drachmen eingebrachte Fleisch nach 36 Stunden eben so angeheftet, blaßgrau, saftreich, mürbe, weich, um 4 Gran leichter, und von einem käseartigen Stoffe umgeben, welcher sauer reagirte; rohes Hammelfleisch, 2 Drachmen betragend, war in der Bauchhöhle eines Hundes nach 9 Tagen erweicht, grüngelblich wie Eiter, säuerlich riechend, sauer reagirend, und nur noch 1 Drachme schwer; von 1 Drachme Fleisch, bei einem andern Hunde eingelegt, war nach 3 Tagen nur noch etwas eiterartige, sauer reagirende, übelriechende, dicke Flüssigkeit übrig, während sich in der Umgegend eine beträchtliche Entzündung und Ergießung von plastischer Feuchtigkeit zeigte. Fleisch, welches Krimer (Nr. 511. S. 57) in die Bauchhöhle eines Frosches gebracht hatte, war binnen 2 Tagen wenigstens bleich und abgerundet worden. b) Ohne eine so bedeutende Entzündung zu erregen, werden feste organische Substanzen im Zellgewebe verflüssigt und eingesogen. Nach Smiths (a. a. O.) Erfahrungen wurde Fleisch zwischen Haut und Muskeln von Katzen in Kurzem aufgelöst. Hood (Nr. 782. p. 166 sq.) schob Scheiben Fleisch, die 15 bis 20 Gran wogen, Hunden unter die Haut: gekochtes Hammelfleisch war nach 13 Stunden zum Theil aufgelöst, zum Theil faserig, und frisches, in dieselbe Wunde gebracht, war schon nach 7 Stunden völlig aufgelöst und in eine seifenartige Masse verwandelt; rohes Fleisch war nach 12 Stunden an der den Muskeln zugekehrten Fläche in breiartige Flüssigkeit aufgelöst, und der Rest sah wie gekocht aus; übrigens wurde das

Fleisch am meisten angegriffen, wenn es in der Richtung der Fasern geschnitten war. Jameson (Nr. 196. XVII. S. 249) empfiehlt die Unterbindung der Arterien mit dünnen Lederstreifen: nach seinen Erfahrungen waren solche Riemen bei einem Schafe nach 6 Tagen so dünn wie Papier, und bei einem andern nach 3 Wochen breiartig; bei einem Hunde nach 25 Tagen in einen gelben Brei verwandelt, und in andern Fällen schon nach 9 Tagen bis auf den Knoten, der breiartig geworden war, verschwunden. [Zusatz von Ernst Burdach. Ich habe über diesen Gegenstand folgende Beobachtungen gemacht: c) Ein Stück hartgesottenes Eiweiß, keilförmig geschnitten und 12 Gran wiegend, wurde einem Kaninchen an der Seite des Bauchs zwischen Haut und Muskeln gebracht; die 7—8 Linien lange Hautwunde wurde durch ein blutiges Heft geschlossen, und war bereits nach 24 Stunden vernarbt. Nach drei Tagen wurde das Thier getödet, und das eingelegte Eiweißstück untersucht. Dasselbe hatte seine Form behalten, war aber durchweg etwas erweicht und von schmuziger, bräunlicher Farbe; es reagirte sauer, war an seiner Oberfläche mit etwas weißem Gerinnsel bedeckt, und hatte um 1½ Gran an Gewicht zugenommen. Derselbe Versuch bei achttägiger Dauer wiederholt gab kein anderes Resultat. d) Ein keilförmig zugeschnittenes Stück gelbe Rübe, desgleichen ein Stück rohe Kartoffel wurden unter die Haut gebracht; beide erschienen nach acht Tagen ganz unverändert, nur waren sie mit plastischer Lymphe überzogen, und durch diese um 2 Gran schwerer geworden; eine saure Reaction ließ sich dabei nicht wahrnehmen. e) Gleiche Versuche mit Fleisch und Brot angestellt führten zu keinem abweichenden Resultate. Beide Stücke waren nach 8 Tagen mit plastischer Lymphe umhüllt, mit Feuchtigkeit durchzogen und dadurch weicher geworden, reagirten auch etwas sauer, aber hatten an Gewicht nicht verloren. f) Ein Stück weiches Holz, von gleicher Größe und Form als die in den vorhergehenden Versuchen gebrauchten Stoffe, wurde auf dieselbe Weise einem Kaninchen unter die Haut gebracht; der Organismus wollte aber diesen ihm fremdartigen Stoff nicht bei sich dulden. Es trat Eiterung ein, die Hefte rissen aus, und aufgelegte Heftpflaster ver-

c. d. e. f.

mochten das Heraustreten des Holzstücks nicht zu verhindern.
g. g) Ein hungriges Kaninchen bekam eine gelbe Rübe zu fressen, und wurde dann getödet. Der Magen wurde von einem Speiseballen ausgedehnt gefunden, welcher an seiner Peripherie grün gefärbt war, in der Mitte dagegen die reine gelbe Farbe der genossenen gelben Rübe zeigte. Von letzterer Portion wurden 12 Gran genommen, und einem Kaninchen durch einen einen halben Zoll langen Schnitt unter die Haut gebracht. Nach acht Tagen umgab plastische Lymphe nicht nur äußerlich das Ganze, sondern hatte sich auch zwischen die einzelnen Rübenstückchen ergossen; diese hatten eine grüne Farbe angenommen und reagirten stark sauer. Das Gewicht konnte nicht genau bestimmt werden, war aber dem Anscheine nach nicht vermindert.
h. h) In der Voraussetzung, daß die Bildung von plastischer Lymphe in den angeführten Versuchen lediglich durch die Größe der eingebrachten Stücke und durch die dabei nicht ganz zu vermeidende Blutung veranlaßt worden sei, wurden ähnliche Versuche mit kleineren Stückchen, und unter vollständiger Vermeidung von Bluterguß angestellt. Es wurde nämlich dabei ein nur 3 Linien langer Hautschnitt gemacht, und erst nachdem die etwa Statt findende geringe Blutung vollkommen gestillt worden, mittelst einer eingeführten Knopfsonde eine kleine Höhle zwischen Haut und Muskel eröffnet; das Einbringen des zu absorbirenden Stoffes wurde endlich durch eine kleine Glasröhre sehr erleichtert. Bei diesem Verfahren ergaben sich folgende Resultate: Ein Stückchen Eiweiß von 1 Gran Schwere war schon nach 4 Tagen so vollkommen resorbirt, daß die Stelle, wo dasselbe gelegen hatte, nur durch etwas milchige Trübung und Verdichtung des Zellgewebes zu erkennen war. Ein Stückchen gelbe Rübe von demselben Gewichte wurde nach acht Tagen als ein nur 1 Linie großes Klümpchen von schmieriger, dunkelgrüngefärbter Masse wiedergefunden. Endlich ein getrocknetes Fleischbündel, $^3/_4$ Linien lang und 2 Gran schwer, erschien nach acht Tagen ganz erweicht, und in viele, kaum $^1/_2$ Linie messende Partikelchen zerfallen.
i. i) Ein $1^1/_2$ Linie dickes Streifchen von weichem Leder wurde im Wasser erweicht, zu einem Faden gedreht und getrocknet, so daß es bequem einem Kaninchen mittels einer

Heftnadel durch eine Hautfalte an der Seite des Bauches gezogen werden konnte. Zur Vergleichung wurde demselben Thiere auf der andern Seite ein Zwirnsfaden ebenfalls durch eine Hautfalte gezogen. Beide Fäden wurden dicht an ihrem Ein= und Austritte abgeschnitten. Nach 14 Tagen war der Zwirnsfaden mit einer so dicken Lage von plastischer Lymphe umgeben, daß er einen Strang von mehr als 2 Linien Durchmesser darstellte; der Lederstreifen dagegen war in einen ganz weichen, nur 1/4 Linie dicken Faden von blaurother Farbe verwandelt, und hatte ganz das Ansehen einer feinen, mit Blute gefüllten Vene. k) Einem Hunde wurde ein Bauchstich mittels des Trocars gemacht, und durch dessen Röhre ein Stückchen Fleisch in die Bauchhöhle geschoben. Wahrscheinlich hatte dabei eine Verletzung der Därme Statt gefunden, denn das Thier starb nach drei Tagen, und es fanden sich die Därme stellenweise durch plastische Lymphe mit einander verbunden, auch fand sich das Fleischstück von solcher umgeben an der Bauchwand haftend. Es wurde nun einem andern Hunde ein 1/2 Zoll langer Schnitt durch die Bauchdecken mittels des Messers beigebracht, in die Wunde sodann die Röhre eines Trocars eingeführt, und durch diese ein 12 Gran schweres, nach der Richtung der Fasern geschnittenes Stück Fleisch, und darauf ein eben so schweres cylinderförmiges Stück rohe Kartoffel in die Bauchhöhle geschoben. Das Thier schien wenig zu leiden, und wurde nach 8 Tagen getödet. Das Fleischstück war in seine einzelnen Fasern aufgelöst worden, diese fanden sich in der Bauchhöhle zerstreut, so daß eine Gewichtbestimmung nicht vorgenommen werden konnte; sie waren aber sämmtlich braun gefärbt und ganz mürbe; plastische Lymphe zeigte sich nirgends. Das Stück Kartoffel schien wenig verändert; nur an den beiden Enden etwas mehr abgerundet, ließ es keine Gewichtsabnahme erkennen.]

§. 909. a) Die Pflanzen saugen aus dem Erdboden Wasser ein, welches entweder gar keine, oder nur wenig organische Stoffe, und niemahls die jeder Pflanze eigenthümlichen Bestandtheile enthält; diese treten aber in demselben Maaße hervor, in welchem der Saft nach oben steigt. So beobachtete dies Wahlenberg bei der Tetracera potatoria, Saussure beim Weinstocke, und

Knight fand den Saft des Ahorns im untersten Theile des Stamms fast geschmacklos und seine specifische Schwere 1004, in einer Höhe von 7 Fuß 1008, in 12 Fuß Höhe aber 1012 schwer und sehr süß; Ähnliches gilt von allen andern Gewächsen (Nr. 809. I. 415). Wenn nun hier die aufgenommene Flüssigkeit in ihrem Laufe und unstreitig durch die Berührung der sie einschließenden Wandungen umgewandelt wird, so kann man hiernach schon eine gleiche Umwandlung im Lymphsysteme vermuthen. Sheldon (Nr. 724. p. 44) bemerkte schon, daß der geschlängelte Verlauf der Lymphgefäße, insofern dadurch der Weg ihrer Flüssigkeit verlängert wird, darauf hindeute. Die Strömung ist hier im Ganzen genommen sehr träge, und wenn der Chylus rascher fließt, so ist zu bedenken, daß nirgends als im Darme und zu keiner Zeit als während der Verdauung so lebhaft eingesogen wird. Um in das Blut zu gelangen, muß die Flüssigkeit z. B. von den Fußzehen bis zum obersten Theile der Brusthöhle steigen, da doch überall Blutgefäße in der Nähe sich finden; und der Lymphstamm hat einen Durchmesser von nicht mehr als 1 bis 2 Linien, ungeachtet das ganze System wohl geräumiger ist als das Venensystem (Nr. 569. III. S. 98). Dieses Zögern der Lymphgefäße, ihren Inhalt an den Ort seiner Bestimmung zu bringen, kann wohl nicht ohne Bedeutung sein. b) Hierzu kommen noch ihre Erweiterungen und Geflechte bei den niedern Wirbelthieren, welche bei den Mammalien durch dichtere Zusammendrängung, feinere Verzweigung, zahlreichere Anastomosen, so wie durch hinzutretende zellgewebige Einhüllung zu Lymphganglien (§. 783. o) entwickelt sind. Es war offenbar Irrthum, wenn einige ältere Physiologen diesen Gebilden die Bestimmung beilegten, den Lauf der Flüssigkeit zu befördern; daß derselbe vielmehr hier verlangsamt werde, ergiebt sich sowohl, wie Haller (Nr. 95. II. p. 192 sq. VII. p. 239) nachgewiesen hat, aus der Betrachtung ihres Baues nach mechanischen Gründen (§. 711. c. 725. b. 726. d. 727. c), als auch aus der gemeinen anatomischen Erfahrung, nach welcher eine Einsprützung der Lymphgefäße in den Lymphknoten für immer mehr oder weniger Widerstand findet. Von einer beschleunigenden Endosmose (Nr. 537. p. 196) kann hier wohl nicht die

Rede sein. c) Daß diese Gebilde wesentlich sind, geht aus ihrer Frequenz hervor: Mascagni (Nr. 727. II. S. 36) sah nie ein Lymphgefäß, das nicht durch ein Ganglion gegangen wäre; die Zahl der Lymphknoten nimmt an den Gliedmaaßen gegen den Rumpf hin mit der Zahl der Gefäße zu, so daß z. B. am innern Knöchel 2 bis 3, am Knie 4 bis 5, an den Leisten 8 bis 10 sich finden (Nr. 689. p. 158); und an der Heerstraße für die Einfuhr fremder Stoffe, im Gekröse, steigt ihre Anzahl über hundert, so daß der Chylus durch mehrere auf einander folgende Ganglien hindurchgehen muß. d) Da überaus feine und dünnwandige Reiser der Blut- und der Lymphgefäße hier so dicht an einander gelagert sind, so ist es sehr wahrscheinlich, daß die in beiderlei Gefäßen enthaltenen Flüssigkeiten mit einander in Verkehr treten. So fanden es denn Haller (Nr. 95. I. p. 186. VII. p. 214), Mascagni (Nr. 727. II. S. 48) und Haase (Nr. 726. p. 24) glaublich, daß eine aus dem Blute secernirte Flüssigkeit hier in die Lymphgefäße trete, wenn sie auch nicht mit Nuck eine Verdünnung als Zweck dieser Beimischung anerkennen konnten (Nr. 95. I. p. 192. VII. p. 238). Umgekehrt wäre auch ein Übertritt in das Blut möglich, und dies wird nicht bloß von denen behauptet, welche eine Continuität von beiderlei Gefäßen annehmen (§. 900. b), sondern auch von Weber (Nr. 569. III. S. 119), der eine solche Continuität nicht anerkennt, vermuthet, und zwar aus dem Grunde, weil die Lymphgefäße in ihrem Verlaufe nicht stärker werden, also ihr Inhalt abnehmen muß. Indeß scheint Letzteres nicht nothwendig daraus zu folgen, da die Einsaugung gewöhnlich nur sehr langsam vor sich geht, die Lymphgefäße daher auch meist nicht viel Flüssigkeit enthalten und übrigens sehr dehnbar sind. Wenn Meckel (Nr. 722. p. 9) annimmt, daß die wässerigen Theile aus dem Lymphsysteme durch offene Mündungen in die Venen übergehen, damit die Lymphe vervollkommnet werde, so muß man dies bezweifeln, da die Lymphe nur Blutbildung bezweckt und daher ihre Vervollkommnung auf Kosten des Bluts zwecklos sein würde; und wenn nach Weber der bereits ausgebildete Theil der Lymphe durch die Wandungen in die Venen dringt, so hat die Frage, ob die Lymphgefäße in-

nerhalb ihrer Ganglien in Venen münden oder nicht, keine physiologische Bedeutung mehr. Bei solcher Unsicherheit wollen wir lieber bei dem von Weber (a. a. O. S. 110) aufgestellten Satze stehen bleiben, daß Lymphe und Blut hier in Wechselwirkung treten, ungefähr wie Blut und Luft in den Lungen, und es mit Breschet (Nr. 738. S. 153) unentschieden lassen, ob eine Abgabe an das Blut, oder eine Aufnahme aus dem Blute Statt findet, wobei es auch möglich ist, daß beides zugleich, oder auch keines von Beiden erfolgt und das Blut bloß durch seine Nähe assimilirend auf die Lymphe wirkt. e) Daß nach Aufnahme von Krankheitsgiften die Lymphganglien anschwellen und sich entzünden, spricht dafür, daß ihnen nicht nur ein regeres Leben, sondern auch ein Streben nach Assimilation zukommt, welches die entzündliche Reaction hervorruft. Bei Bubonen erfolgt meist keine allgemeine Syphilis, wo denn freilich das Krankheitsgift auch durch Eiterung entfernt sein kann, wie die zeitige Öffnung der Pestbeulen am sichersten Rettung verheißt. Wenn nach der Schutzblatternimpfung die Lymphknoten der Achseln anschwellen, bringt der Impfstoff zuweilen keine allgemeine Wirkung und Sicherung vor den Menschenblattern hervor. Und in die Verdauungsorgane gekommene Krankheitsgifte bewirken zum Theil vielleicht deshalb keine Ansteckung, weil sie von da aus durch eine Reihe von Lymphknoten gehen müssen. f) Hering (Nr. 185. IV. S. 522. 525) sprützte einer Katze Baumöl in die Bauchhöhle, und fand nach vier Tagen welches in einem Gekrösknoten; einer andern Katze sprützte er eine Mischung von bitterm Mandelöle und salzsaurem Eisen sammt dem niedergeschlagenen Berlinerblau in den Mastdarm, und erkannte Letzteres nach zwanzig Stunden in einem Gekrösknoten. Wenn wir hieraus schließen dürfen, daß fremdartige, der Assimilation sehr widerstrebende Stoffe in den Lymphknoten länger zurückgehalten werden, so scheint ein anderer Fall die umwandelnde Kraft des Lymphsystems zu beweisen. Emmert (ebd. I. S. 178) brachte nämlich nach Unterbindung der Bauchaorta giftige Angustura in den Schenkel eines Thiers, und fand dieselbe, ungeachtet keine Vergiftungszufälle eintraten, im Harne wieder: da hier die Einsaugung nicht durch

Venen, sondern nur durch Lymphgefäße hat erfolgen können, so dürfen wir mit Weber (Nr. 788. p. 16. 20) vermuthen, daß das Gift bei seinem Durchgange durch das Lymphsystem unschädlich gemacht worden ist.

Die Rücksaugung.

§. 910. Eine besondere Art der Aufsaugung ist die Wiederaufnahme der aus dem Blutsysteme getretenen organischen Substanz in das Lymphsystem, oder die Rücksaugung (Resorption), die im Vereine mit der ihr gegenüberstehenden Verdauung die erste Stufe der Blutbildung abgiebt. A) Am sichtbarsten ist sie bei organischen Flüssigkeiten. a) Im entoplastischen oder Zellgewebsysteme wird das ganze Secret zurückgesogen, da dies der einzige Weg zum Wechsel der Materie ist (§. 809. f). Dies muß im Zellgewebe und in den serösen Blasen fortdauernd geschehen, da wir in diesen Gebilden nach Entfernung ihrer Flüssigkeiten alsbald neue erscheinen sehen, also die Secretion ununterbrochen vor sich geht, wie denn z. B. die bei der Staaroperation entleerten Augenkammern nach wenigen Stunden oder Tagen mit wässeriger Feuchtigkeit wieder gefüllt sind. Nach Magendie verschwindet die das Rückenmark umgebende seröse Flüssigkeit bald nach dem Tode, wo die Secretion aufgehört hat, so daß man dessen Hüllen nur bei lebenden oder eben getödeten Thieren davon noch strotzend findet. So verschwindet das Fett bei der Abmagerung, und wenn man im Blute fetter und an Unterdrückung gewohnter Blutausleerung leidender Personen eine beträchtliche Menge freies Fett gefunden hat, so mag dies von Rücksaugung herrühren (Nr. 100. IV. S. 509), wie denn bei manchen abzehrenden Krankheiten auch das Knochenmark vermindert wird (Nr. 569. I. S. 328). b) Im dermatischen oder ektoplastischen Systeme (§. 784. a) wird in der Regel nur ein Theil des Secernirten, zuweilen aber auch das ganze Secret resorbirt, wobei jedoch die Resorption immer nur durch ein entoplastisches Gebilde bewirkt wird. So verlieren sich die durch eine leichte Verbrennung entstandenen Bläschen auf der Haut nach einigen Tagen, was nicht von der Ver-

A.

a.

b.

dunstung durch die Oberhaut abgeleitet werden kann (§. 906. c). Nach Unterdrückung einer auf profuser Secretion beruhenden Diarrhoe erfolgen feste Ausleerungen. Besonders zeigt sich die Rücksaugung in den Behältern drüsiger Organe: hierdurch wird die Galle in der Gallenblase concentrirter (§. 826. b), so wie sie zum Theil in das Blut übergehen (§. 857. D) und aus der Blase bei Verschließung ihres Ganges gänzlich verschwinden kann (Nr. 142. III. S. 86); der Harn wird in seiner Blase eben so verändert (§. 827. c), kann bei unterdrückter Ausleerung in andern Organen abgesetzt (§. 857. n) und bei Verschließung der Harnröhre völlig resorbirt werden (Nr. 103. II. 2. Abthl. S. 38); die Rücksaugung im Fruchthälter (§. 482. g), in den Samenbläschen (§. 567. i) und in den Milchcanälen (§. 543. h) haben wir bereits erwähnt. c) Bei Geschwüren in verschiedenen Organen, z. B. in den Lungen oder der Leber, zeigt sich häufig Eiter als ein schleimiger Bodensatz im Serum des Blutes oder im Harne. Dasselbe ist der Fall bei zusammenfließenden Blattern (Nr. 216. II. p. 9), und auch in den gewöhnlichen Fällen dieser Krankheit wird ein Theil des Eiters aufgesogen, während ein anderer zur Cruste eintrocknet. d) Bei Quetschungen der Haut tränken sich die Umgebungen mit dem ergoßnen Blute, so daß der Mittelpunct schwarzblau, der nächste Umkreis grün und der äußere gelb erscheint, und nach einiger Zeit verliert sich dies. Eben so verschwinden Extravasate in den verschiedenen Höhlen, z. B. in der Schädelhöhle: Brückner trepanirte einen Hund, coagulirte das auf die feste Hirnhaut ergoßne Blut durch Schwefelsäure und fand nach einiger Zeit keine Spur mehr davon; Kees sprützte Hunden Blut unter die feste Hirnhaut, es ging etwas davon mit dem Harne ab, und war nachher nicht mehr in der Schädelhöhle zu finden (Nr. 464. III. S. 9). Eben so findet eine Rücksaugung in der Hirnsubstanz selbst Statt: ist diese durch ein Extravasat zerrissen oder an einer Stelle vereitert, so findet man späterhin nicht selten geschloßne leere Höhlen darin, da Blut oder Eiter resorbirt ist (ebd. S. 16. 25). Der in verwundeten Arterien gebildete Blutpfropf wird aufgesogen (§. 862. c), und Hewson (Nr. 553. I. p. 20) fand in der Drosselvene eines

Hundes, die er vor drei Tagen unterbunden hatte, bloß geronnenen Faserstoff ohne Serum und Cruor. B) Was die festen Theile anlangt, so werden e) im normalen Verlaufe des Lebens die vergänglichen Organe, als Wolffsche Körper (§. 450), Allantois (§. 447. f), Darmblase (§. 437. d. e), Pupillarhaut (§. 433. c), Wurzeln der Milchzähne (§. 551. a. b) und Thymus (§. 550. l) aufgesogen, wie dieser Hergang auch am Welken und Verschrumpfen des Nabelstranges (§. 499. d), des Botallischen Ganges, der Nabelarterien und der Nabelvene (§. 509. c. d. f) Theil nimmt. Dasselbe zeigt sich beim Wachsthume, indem dabei die Knochen ihre frühere Gesammtform behaupten (§. 427. l) und Höhlen in ihnen sich bilden (§. 427. o. 550. g. n. 560. g); so wie im hohen Alter (§. 586. b. 645. C), namentlich am Gefäßsysteme (§. 587. a. 588. f), an Knochen (§. 587. c. 589. d. h. l), an den Zähnen (§. 587. b) und an den Zeugungsorganen (§. 588. k). f) An einer in Folge von Fieber oder sonst eintretender Abmagerung nehmen die Muskeln besonders Antheil, und so werden bei abzehrenden Krankheiten alle, und bei Wunden, Entzündungen und Lähmungen zunächst liegende an sich schwache Muskeln so dünn, daß man sie kaum noch zu erkennen vermag. Nerven können durch eigene Atrophie einschrumpfen und durchsichtig werden; so auch einzelne Hirntheile, z. B. die Sehhügel, indem sie niedriger und schmäler werden; bei Aftergebilden ist die darüber liegende Hirnsubstanz oftmahls verdünnt und ohne Furchen, und so kommt auch eine allgemeine Atrophie des Gehirns vor, wo die feste Hirnhaut darüber Falten bildet (Nr. 464. III. S. 25). Die Hoden können bis zum gänzlichen Verschwinden einschrumpfen (Nr. 142. III. S. 404). g) Die Umwandlung der Substanz der Organe (§. 858) setzt zum Theil eine Rücksaugung voraus; die Haut nimmt nach der Gelbsucht wieder ihre natürliche Farbe an, Hornhautflecken verschwinden, und die bereits verdunkelte Linse wird bisweilen wieder klar. h) Die Haut über Abscessen wird immer dünner, bis sie endlich aufbricht, und unter den verschiedenen weichen Theilen wird am ersten das Zellgewebe durch Vereiterung angegriffen, so daß in Abscessen Muskeln, Bänder,

B. e. f. g. h.

Nerven und Gefäße von Zellgewebe und Fett ganz entblößt sind. Abgestorbene Theile werden durch Rücksaugung losgestoßen (§. 863. B); die Krystalllinse verschwindet, wenn sie in die vordere Augenkammer gebracht wird, so wie bei großen Wunden ihrer Capsel. i) Die Knochen nehmen bei der Phthisis und bei einem langen Krankenlager, z. B. von Lähmungen, an der Abzehrung Theil; sie werden bei Syphilis und Scorbut mürbe, bei Osteosarkose erweicht und bei der Caries zerstört, wo der aus ihnen gezogene Kalk zuweilen im Harne erscheint (Nr. 95. VII. p. 362. Nr. 724. p. 31). Sie nehmen eine fremde Farbe an bei Gelbsucht und beim Gebrauche von Pigmenten (§. 865. G) und verlieren sie wieder. Abgestorbene Knochenstücke werden durch Rücksaugung losgestoßen, wie denn Fälle vorkommen, wo Stücke des Schädels ohne bemerkliche Ursache absterben und sich absondern (Nr. 197. IX. S. 396). Beim Verheilen eines Bruchs schließt sich der cylindrische Knochen anfänglich und höhlt sich dann aus (§. 862. m). Knochenspitzen verschwinden (§. 863. b), und ganz losgetrennte Splitter werden allmählig verzehrt (Nr. 216. I. p. 17 sq.). Exostosen verschwinden, wenn die ihnen zum Grunde liegende Diathesis gehoben ist. [Zusatz von J. F. Dieffenbach. Dem Resorptionsprocesse geht Anschwellung der Umgebung voran, wobei diese gespannter und empfindlicher wird. Macht man in dieser Zeit Einschnitte, so findet man die Schnittfläche nicht feuerroth, wie bei wirklicher Entzündung, sondern gelbroth (mennigfarben); das ausfließende Blut nicht sehr roth, mehr serös; das Zellgewebe compact, alle Theile inniger bindend; die Wundfläche minder glatt als gewöhnlich anzufühlen. Die Heilung dieser einfachen Schnittwunde erfolgt außerordentlich schnell und ohne eine neue entzündliche Reaction, so daß vielmehr die frühere Aufregung während der Heilung sich vermindert. Erst nachdem die Anschwellung ganz aufgehört hat, und die Theile wieder vollkommen weich geworden sind, tritt die Resorption ein; diese scheint aber ohne vorausgegangene Anschwellung nicht vollkommen zu erfolgen. In einem schwer verletzten Gliede (bei Zertrümmerung der Knochen, Zerreißung der großen Gefäße rc.) hört der Blutlauf auf: es wird blau, dann schwarz und vertrocknet mumienartig, wie bei

gangraena senilis. Der Tod erstreckt sich an der Oberfläche weiter als im Innern: das Lebendige bildet einen in das Tode herein ragenden Kegel, dessen Spitze der noch belebte Knochen ist: die durch freiwillige Lösung in eine Lücke sich verwandelnde Gränzlinie zeigt immer diese Gestalt des Stumpfs. Die Splitter, sie mögen mit dem belebten Knochen noch zusammenhängen oder nicht, werden immer abgestoßen, nicht resorbirt. Indeß tritt dieser Hergang nur selten ein; in der Regel verjaucht das Glied. — Wenn ein Knochenstück als Halbinsel oder Landzunge, bisweilen mit dünnem Halse, mit seinem Knochen in Verbindung bleibt, oder auch wenn nur ein breites Stück Beinhaut die Verbindung unterhält, so kann ein kleines Knochenstück resorbirt werden; ein größeres wird nur geglättet, abgerundet und allmählig mit knorpelartigem Zellgewebe überzogen. — Eine von Beinhaut entblößte Kochenfläche wird von der Diploe aus resorbirt, zuerst siebförmig durchbohrt, wobei die Granulationen durch die Löcher bringen, und endlich ganz verzehrt.] C) Die Rücksaugung findet aber während des ganzen Lebens Statt. Hiervon überzeugt uns schon das Bedürfniß der Nahrung, welches nicht allein auf Abnahme der Säfte, sondern auch der festen Theile beruht; denn diese, besonders die Muskeln, verlieren an Masse und zuletzt an ihrer normalen Mischung, wenn es an Nahrung mangelt. Ein Zusatz neuer Materie setzt eine entsprechende Consumtion voraus, und da bei fortdauernder Nutrition der Körper sich gleich bleibt, so muß eine stetige Rücksaugung ihr gegenüber stehen, die bei der Atrophie verhältnißmäßig zu stark und bei der Hypertrophie zu schwach ist. Dieser Stoffwechsel muß mit jeder Lebensthätigkeit verbunden sein; denn die Steigerung der Thätigkeit in irgend einer Sphäre des Lebens zieht entweder das Bedürfniß von reichlicherer Nahrung und Ruhe, oder Abmagerung und Erschöpfung nach sich. So ist dies der Fall nach Fiebern, wie nach starker körperlicher Bewegung und wie nach anhaltendem Wachen, geistiger Anstrengung und leidenschaftlicher Aufregung. Hiernach ist denn unser Leib einem steten Wechsel seiner Substanz unterworfen, so daß nach einer Reihe von Jahren kein Atom mehr von der Materie vorhanden sein wird, aus welcher er gegenwärtig besteht.

C.

Die Jatromathematiker haben diesen Zeitraum näher zu bestimmen gesucht: nach Ablauf eines Jahres sind nach Keill nur noch 16 Pfund von der frühern Materie übrig, nach Bernouilli aber nur ⅓ ihrer ganzen Masse, so daß nach Jenem aller 9, nach Diesem aller 3 Jahre eine vollständige Erneuerung Statt finde (Nr. 95. VIII. pars 2. p. 65). Indessen sind die Grundlagen solcher Berechnungen zu schwankend, als daß wir einigen Werth darauf legen könnten.

§. 911. Indem wir nun zu der Frage kommen, durch welche Gefäße die Rücksaugung vollzogen wird, sind wir im voraus geneigt, dies Geschäft vorzugsweise den Lymphgefäßen zuzuschreiben, theils weil sie vermöge der Beschaffenheit ihrer Wurzelanfänge (§. 904. c) ihren Inhalt nur durch Aufsaugung erhalten können und daher auch an der Einsaugung fremder Stoffe den meisten Antheil haben (§. 905. c), theils weil sie von solchen Stoffen vorzüglich die assimilirbaren aufnehmen (§. 905. d) und sie dieselben auch einigermaaßen umzuwandeln scheinen (§. 908), so daß sie dann vermuthlich auch die noch assimilirbaren Stoffe des eignen Organismus zur Umwandlung in Blut vorzubereiten im Stande sein werden. Dabei werden wir keinesweges leugnen, daß unter manchen Umständen diese Stoffe auch unmittelbar in das Blut treten können. Doch wir halten uns jetzt an die Thatsachen. a) In den frühesten Zeiten des Embryonenlebens, wo noch keine Lymphgefäße sich vorfinden, erfolgt schon Rücksaugung, und diese tritt offenbar im dichten Knorpel ein, wenn er in Knochen sich umbildet. Hier können also die Venen wirksam sein, wie bei wirbellosen Thieren, die dergleichen besitzen und keine Lymphgefäße haben. Allein die erste Entwicklung des Embryo schließt schon Aufsaugung in sich, und erfolgt, ehe es noch Venen giebt, so wie diese auch bei den untersten Wirbelthieren fehlen. Wenn also die Aufsaugung auf einer niedern Stufe des Lebens in bloßer Tränkung besteht, so schließt dies auf einer höhern Stufe, wo Venen vorhanden sind, deren Thätigkeit nicht davon aus; und hieraus läßt sich wieder nicht folgern, daß, wo bei weiterer Entwicklung Lymphgefäße auftreten, diese nicht der Rücksaugung vorstehen sollten. — Im Innern des Gehirns und des

Auges einerseits, so wie der Knorpel und Knochen andererseits, also gerade in der höchsten und in der niedrigsten Sphäre des Organismus, sind keine Lymphgefäße nachgewiesen; aber an der Außenseite dieser Gebilde finden sich dergleichen, und da aller Aufnahme in die Gefäße eine Tränkung des Gewebes vorangeht (§. 904. g), so kann auch die aufzusaugende Flüssigkeit auf solche Weise sich verbreiten, bis sie auf Lymphgefäße trifft, wie der Bildungssaft ebenfalls außerhalb der Gefäße wandern muß, ehe er die Mitte einer Substanzinsel erreicht (§. 877. d). Bei der Metamorphose der Insecten (§. 379) ist die Resorption offenbar thätig, um neue Gestaltungsverhältnisse der Organe herbeizuführen, und da hier die Blutgefäße sparsam sind, so muß die zu resorbirende Flüssigkeit, bevor sie auf dieselben trifft, ganze Strecken des Gewebes tränken. b) Die Lymphknoten haben an den Gliedmaaßen eine röthliche, in der Nähe der Leber eine etwas gelbliche, an der Milz eine braunröthliche, an den Luftröhrenästen eine schwärzliche Farbe (Nr. 569. III. S. 108). Saunders (Nr. 142. I. S. 510), Tiedemann (Nr. 643. II. S. 40) und Andere (Nr. 738. S. 138) haben nach Unterbindung des Gallenganges die von der Leber kommenden Lymphgefäße der Leber angeschwollen und gelb, so wie in der Lymphe des Lymphstammes Galle gefunden; Ähnliches haben an menschlichen Leichnamen bei krankhaft verstopften Gallengängen Portal, André, Assalini (Nr. 142. I. S. 510), Mascagni (Nr. 727. II. S. 28), Andral (Nr. 571. I. p. 560) u. s. w. beobachtet, und nur in denjenigen dieser Fälle, wo eine allgemeine Gelbsucht zugegen war, wäre die Beweiskraft derselben in Zweifel zu ziehen (Nr. 216. II. p. 282). Bei Schwangern erweitern sich die Lymphgefäße des Fruchthälters, so wie bei Säugenden die der Brüste (Nr. 570. S. 504), und wenn bei diesen die Milch stockt, so entstehen schmerzhafte Anschwellungen der Achselknoten. Wenn Ribes (Nr. 235. II. p. 608) freies Fett im Blute und nicht in der Lymphe fand, so konnte es eben sowohl aus dem Chylus herrühren, als aufgesogen sein. c) Außer andern Beobachtern (Nr. 142. I. S. 508) sah besonders Mascagni (Nr. 727. II. S. 27 fg.) bei Extravasaten öfters die Lymphgefäße mit Blut

gefüllt. Magendie (Nr. 247. II. p. 186) wendet dagegen ein, und Andral (Nr. 216. II. p. 280) bestätigt es, daß die Lymphe, namentlich im Bruststamme, zuweilen ohne ein Extravasat blutroth, und bei einem Extravasate wasserhell sei. Allein daß solches in jedem Falle eingesogen werde, ist wohl nie behauptet worden, und eine Verwechselung von gerötheter Lymphe mit eingesogenem Blute ist nur dann möglich, wenn man die räumlichen Verhältnisse dabei nicht beachtet. Foderá (Nr. 625. p. 69) unterband ein Stück Darm eines Kaninchens doppelt und machte einen Schnitt darein: nach einiger Zeit füllten sich die Lymphgefäße der verwundeten Stelle mit Blut; Lauth (Nr. 735. p. 61) fand bei einem in die Brust geschoßnen Wolfe die Lymphgefäße der Brustwand bis zu ihren Ganglien dunkelroth, jenseit derselben farblos; und nach Collard de Martigny (Nr. 216. VIII. p. 208) nehmen die Lymphgefäße auch bei einer durch Hemmung des Venenstroms hervorgebrachten künstlichen Plethora eines Gliedes Blut auf. Mit Luft gefüllt erscheinen sie zuweilen bei Fäulniß nach Sömmerring (Nr. 570. S. 492), so wie bei Windgeschwülsten nach Mascagni (Nr. 727. II. S. 29), der übrigens auch bei Ergießung anderer Flüssigkeiten die völlige Übereinstimmung derselben mit dem Inhalte der benachbarten Lymphgefäße beobachtete (ebd. S. 26). d) Die Lymphknoten schwellen oftmahls in der Nähe eines Organs an, welches vermöge erhöhter Lebensthätigkeit einen ungewohnten oder abnormen Andrang von Säften erleidet, z. B. unter dem Kinne bei schwerem Zahnen, in den Leisten bei starkem Wachsthume (§. 555. a), in den Achseln bei beginnender Milchsecretion, so wie in der Nähe einer rheumatischen oder andern Entzündung. So treten nun auch die Lymphgefäße der leidenden Theile bei Geschwüren, Beinfraß, Krebs u. s. w. oft als knotige Stränge hervor, und man kann vermuthen, daß sie die entmischten Stoffe aufnehmen, um sie während ihres Verlaufs einigermaaßen umzuwandeln und zur Aufnahme in das Blut geeigneter zu machen. So ist denn auch der Eiter in den Lymphgefäßen eiternder Theile von Dupuytren, Velpeau, Portal und Andern erkannt worden (Nr. 216. II. p. 9. Nr. 571. II. p. 442. Nr. 738. S. 176 fg.); ferner bei einer

weißen Kniegeschwulst von Collard de Martigny (Nr. 216. VIII. p. 198); bei einem Krebsgeschwüre des Fruchthälters fand Andral (Nr. 571. II. p. 439. 445) carcinomatöse Masse im Lymphstamme, und bei Sarkomen der Hoden sahen Astley Cooper (Nr. 680. I. S. 52) und Rust (Nr. 449. 1815. S. 731 fg.) sarkomatöse Masse in den Lymphgefäßen dieser Organe und im Lymphstamme; kalkige Ansammlungen kamen in den Lymphgefäßen bei cariösen Knochen nach Sömmerring, bei Knochengeschwülsten nach Otto, und im Lymphstamme beim Winddorne nach Cheston (Nr. 724. p. 30) vor. Magendie (Nr. 247. II. p. 193) wendet gegen solche Beobachtungen ein, man habe sich von der Identität der in den Lymphgefäßen enthaltenen Flüssigkeit mit der der Geschwüre nicht hinlänglich überzeugt, und sei es auch wirklich Eiter gewesen, so könne er auch in den Lymphgefäßen selbst erst erzeugt worden sein. Indessen treffen diese Einwürfe wohl nicht jene Erfahrungen ohne Ausnahme, und die sichtbare Anschwellung der von einem eiternden Theile kommenden Lymphgefäße in Verbindung mit analogen Erfahrungen spricht mehr für einen materiellen Übergang. Freilich bleibt es dunkel, wie Eiterkörner in Lymphgefäße ohne offene Mündungen gelangen können; allein dieselbe Schwierigkeit stellt sich auch der Aufsaugung durch Venen entgegen, und es ist nicht undenkbar, daß der Eiterstoff in rein flüssiger Form die Wandungen tränkt und erst nach seinem Durchgange zu Körnern sich ausbildet (§. 855. F). Der Eiter kann allerdings auch von Venen aufgesogen werden, obgleich er auch sehr leicht in diesen sich selbst bildet, wie besonders Cruveilhier erwiesen hat. Wenn Gendrin (Nr. 538. II. p. 95) Eiter in den ausführenden Lymphgefäßen von Gekrösknoten fand, so traf er bisweilen auch in den Venen welchen an; Ribes (Nr. 235. II. p. 608) sah welchen in Venen ohne Entzündung derselben bei Geschwüren; eben so Blondel (Nr. 625. p. 69), wo auch die Lymphgefäße des eiternden Theils welchen enthielten; und so ist auch bei Tuberkeln und Krebs encephaloidische und carcinomatöse Masse in den Venen mehrmahls vorgekommen (Nr. 216. VIII. p. 198), wo es denn freilich immer noch möglich war, daß die Entartung

e. durch Ansteckung der Venen sich fortgepflanzt hatte. e) Bei der Wassersucht zeigt die Leichenöffnung in der Regel die Lymphgefäße strotzend, wahrscheinlich weil sie durch Atonie außer Stand gesetzt sind, das zu reichlich secernirte Serum, welches sie resorbirt haben, weiter zu fördern. So hat man denn den Grund dieses Übels oder eines örtlichen Ödems in einer Unwegsamkeit des Lymphknotens entdeckt (Nr. 95. I. p. 167. Nr. 727. I. S. 103 fgg. II. S. 27. Nr. 491. p. 85 sq.). Wenn, wie z. B. Bouillaud (Nr. 216. III. p. 89 sqq.) fand, bei Verschließung der Venen eines Gliedes durch Gerinnsel oder durch den Druck von Geschwülsten ein Ödem Statt findet, oder wenn wirklich erschwerter Blutlauf in der Leber Bauchwassersucht zur Folge hat, so ist dadurch noch nicht erwiesen, daß die seröse Anhäufung wegen unterdrückter Resorption durch die Venen eintritt (Nr. 789. I. p. 81); vielmehr kann sie in der durch Anhäufung des Blutes in den Haargefäßen vermehrten Secretion ihren Grund haben (Nr. 491. p. 43 sqq. Nr. 553. III. p. 141). Bei starker Unterbindung eines Gliedes entsteht Ödem; aber es sind hier eben sowohl die Lymphgefäße als die Venen zusammengedrückt. In denjenigen Fällen endlich, wo nach Ausrottung entarteter Lymphknoten der Achseln kein Ödem entstand, ist nicht nachgewiesen, ob nicht einige Lymphgefäße frei geblieben waren, oder die Lymphe bei Unwegsamkeit ihrer Ganglien sich nicht neue Wege gebahnt hat. Astley Cooper (Nr. 680. I. S. 62) fand bei einem Hunde, dem er den linken Lymphstamm unterbunden hatte, die Lymphgefäße der Gliedmaaßen, besonders des linken Vorderbeins, so wie der linken Seite des Halses stark ausgedehnt. — Nach dem Allem scheinen wir wohl zu der Annahme berechtigt, daß die Rücksaugung im gewöhnlichen Zustande durch die Lymphgefäße bewirkt wird.

§. 912. Die auf solche Weise hierher gelangte Flüssigkeit oder die Lymphe ist einer genauern Untersuchung noch nicht häufig unterworfen worden. Brande (Nr. 185. II. S. 283), Magendie und Chevreul (Nr. 247. II. p. 171), Gmelin mit A. Müller (Nr. 743) und mit Tiedemann (Nr. 643. II. S. 68) untersuchten den Inhalt des Lymphstamms bei Thieren,

die längere Zeit hindurch keine Nahrung bekommen hatten, wo es denn freilich ungewiß blieb, ob nicht noch Chylus zurückgeblieben oder aus den Überresten des Speisebreies im Darme noch gebildet und in das Lymphsystem übergegangen war. Die Lymphe aus Gefäßen anderer Theile als des Darms wurde bei Ochsen von Desgenettes (Nr. 728. S. 237), gründlicher bei Pferden von Reuß und Emmert (Nr. 358. V. S. 691 fgg.), Tiedemann und Gmelin (Nr. 222. S. 22), so wie von A. Müller und Gmelin (a. a. O.) und von Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 142), endlich bei Fröschen von J. Müller (Nr. 584. CI. S. 515) untersucht. Menschliche Lymphe, welche den Gegenstand der Beobachtung abgab, wurde von Fr. Nasse (Nr. 449. 1817. I. S. 382), Friedreich (ebd. 1819. I. S. 363) und Krimer (Nr. 511. S. 147) aus Lymphgeschwülsten, von Sömmerring (Nr. 570. S. 542) in dem einen Falle, von Herm. Nasse (Nr. 186. V. S. 21) und J. Müller (Nr. 584. CI. S. 513) in einem zweiten, von Trog (Nr. 741), Marchand und Colberg (Nr. 584. CXIX. S. 647) aus offen gebliebenen Wunden an den Füßen genommen. a) Die Lymphe ist dünnflüssig, klar, in der Regel farblos oder etwas ins Gelbliche oder Grünliche spielend, geruchlos, von gelind salzigem Geschmacke, gegen Pflanzenpigmente nach Brande neutral, nach Tiedemann und Gmelin, Reuß und Emmert, Leuret und Lassaigne, so wie nach H. Nasse und Trog alkalisch reagirend. Die specifische Schwere war in Magendies Beobachtung 1022, in der von Marchand und Colberg 1037, und in der von Krimer 1045. Im Sömmerringschen Falle ließ sie beim Verdunsten einen zähen goldgelben, durchscheinenden Rückstand, auf dem sich späterhin einige Salzkrystalle zeigten, und in der Hitze bis zur Hälfte abgedampft, wurde sie gallertartig; ein solches Extract fand Brande alkalisch reagirend. Nach Sömmerring fault sie erst nach einigen Wochen. b) Sie enthält, wie Hewson entdeckte, kuglige, durchscheinende, farblose oder weißliche, in Wasser unlösliche Körner, welche nach Wagner (Nr. 718. II. S. 24. 31) bei den Mammalien eine fein granulirte Oberfläche und einen Durchmes-

ser meistentheils von 0,0040 Linie haben, beim Menschen nach H. Nasse von verschiedener Größe, nach Berres (Nr. 778. S. 72) nur 0,0005 bis 0,0012 Linie groß, und zum Theil

c. auch mehr in die Länge gezogen oder eiförmig sind. c) Außerhalb des Körpers gerinnt sie etwa nach einer Viertelstunde, wie schon Diemerbroek bemerkte (Nr. 727. I. S. 91), worauf sich eine klare Flüssigkeit, Lymphserum, von dem Gerinnsel, dem Lymphkuchen, wie beim Blute scheidet. Aus normalen oder verwundeten Gefäßen gerinnt sie oft nur langsam, schwach, selbst unmerklich; das Gerinnsel erscheint in kleinen, weißen Flocken oder wie Spinnengewebe, in andern Fällen als eine sulzige Masse, betrug nach Desgenettes 0,0030, nach Gmelin 0,0050, nach H. Nasse 0,0066 der Lymphe. Hatte man diese aus Lymphgeschwülsten genommen, so gerann sie bald und gab nach Friedreich 0,0144, nach Krimer gar 0,1900 Kuchen. Nach Leuret und Lassaigne erfolgt die Gerinnung auch im luftleeren Raume, in Wasserstoffgas und in kohlensaurem Gas.

d. d) Der Kuchen besteht aus Faserstoff (der nach Desgenettes im trocknen Zustande 0,0008 der Lymphe betrug), nebst einem Theile der Chyluskörner. Von fastenden Thiere fand ihn Magendie röthlich, welche Farbe in Sauerstoffgas scharlach, in kohlensaurem Gas purpurn wurde; aus Lymphgeschwülsten wurde er nach Friedreich an der Luft roth, und nach Fr. Nasse durch Salpeter oder Kochsalz oder Sauerstoffgas hellroth, durch kohlen-

e. saures Gas dunkel gefärbt. e) Das Serum ist etwas gelblich und reagirt alkalisch; Sömmerring und Brande sahen es durch Weingeist und Säuren nur schwach getrübt, H. Nasse hingegen in Flocken niedergeschlagen werden und salpetersaures Silber oder Sublimat einen käsigen Niederschlag machen; nach Reuß und Emmert gab es beim Abdampfen 0,0375 trocknen Rückstand. Man hat darin Eiweißstoff und Salze, zum Theil auch Osmazom, Speichelstoff und Fett im gebundenen Zustande gefunden. Die Salze sind nach Chevreul salzsaures und kohlensaures Natrum, phosphorsaurer Kalk und Talk, und kohlensaurer Kalk; nach Leuret und Lassaigne Natrum, salzsaures Natrum und Kali und phosphorsaurer Kalk; nach Tiedemann

und Gmelin kohlensaures, salzsaures, schwefelsaures und essigsaures Natrum und Kali; das salzsaure Natrum ist überwiegend und beträgt nach Chevreul 0,0061 der Lymphe. f) Die Proportion der Bestandtheile war

	beim Pferde			beim Hunde	beim Menschen	
	nach Reuß und Emmert	nach Lassaigne	nach Gmelin	nach Chevreul	n. Marchand u. Colberg	nach Krimer
Wasser	9694	9250	9610	9264	9693	9168
Faserstoff	30	33	25	42	52	249
Eiweißstoff	376	574	275	610	43	
Salze		143		84	155	
Salze mit Speichelstoff			21			583
Salze mit Osmazom			69			
Osmazom					31	
Fett					26	

§. 913. Wir haben aber noch die Einwendungen gegen die Ansicht, daß die Lymphe das Erzeugniß der Rücksaugung ist, in Betracht zu ziehen. Bleuland (Nr. 725. p. 5. 32) nahm unter Berufung auf Bartholin, Nuck und Berger an, die Lymphgefäße wären Fortsetzungen der Arterien; diese nämlich gingen zum Theil in blutführende Venen, zum Theil durch seröse Gefäße (§. 703) in seröse Venen, d. i. in Lymphgefäße über. Eben so hält es Magendie (Nr. 247. II. p. 196) für wahrscheinlich, daß die Lymphe ein Theil des Blutes sei, welcher nicht durch die Venen zurückgeführt werde. Allein wäre dies der Fall, so würde gar nicht abzusehen sein, zu welchem Zwecke die Lymphe in eigene Gefäße tritt, durch welche sie, ohne mit andern Gebilden in Wechselwirkung zu treten, wieder in das Blut geführt wird. Sollte das Venenblut durch Befreiung von Lymphe zu seinen Functionen geschickt gemacht werden? Für die Secretion könnte sich dies nur auf die Leber beziehen und nicht auf andere Organe; und gegen die Vermuthung, daß durch solche Verminderung der Blutmasse die auffaugende Thätigkeit der Venen befördert werde (§. 906. d), spricht der Umstand, daß die Lungen,

in welchen doch die Aufsaugung der Venen am entschiedensten normal und reichlich ist, ein mit der Lymphe des ganzen Körpers beladenes Blut erhalten. Nach der herrschenden Ansicht wird die Lymphe in ihren Ganglien dem Blute verähnlicht: nach jener Annahme wäre dies vergeblich, und Magendie sagt selbst, daß eine Function dieser Gebilde nicht abzusehen sei. Die Lymphgefäße des Gekröses haben gleichen Bau, gleiche Strömung, denselben Stamm und außer der Zeit der Verdauung gleichen Inhalt mit denen anderer Organe, namentlich solcher, wo keine Einsaugung, sondern bloß Rücksaugung Statt findet, und da jene offenbar aufsaugen, so müssen auch diese dieselbe Function haben. An den Verdauungsorganen zeigen sie nur deshalb die Einsaugung deutlicher, weil sie hier vorzugsweise und ganz eigens zur Aufnahme neu gebildeter organischer Substanz bestimmt sind, und diese durch ihre weiße Farbe mehr in die Augen fällt, aber im Wesentlichen von der Lymphe nicht verschieden ist (§. 949). Magendies Behauptung, daß die Lymphgefäße der Därme nichts als Chylus aufnehmen können, ist durch die oben (§. 902. i) angeführten Erfahrungen widerlegt.

a. a) Magendie stützt seine Meinung besonders auf die Ähnlichkeit der Lymphe mit dem Blutwasser (§. 664), und folgert daraus ihre Identität. Hamberger, Lassus hatten diese Ähnlichkeit schon erkannt, und Hewson (Nr. 553. III. p. 106) sagt, die Lymphe sei der „gerinnbaren Lymphe des Blutes" ganz ähnlich, so wie Müller (Nr. 673. I. S. 261. 348) sie geradezu für den farblosen „Liquor sanguinis" erklärt. Allein dieses Blutwasser ist ja eben nur Blut ohne Körner, und da die Lymphe Körner enthält, so müßte sie vollständiges Blut sein, nur ohne Röthung. Wenn sie durch Rücksaugung entstanden ist und in Blut verwandelt werden soll, so muß sie diesem auch ähneln; aber noch ähnlicher ist ihm der Chylus, der doch gewiß nicht aus demselben herrührt.

b. b) Müller (ebd. S. 261) führt an, daß bei Fröschen durch anhaltende Entziehung von Nahrung die Lymphe zugleich mit dem Blute ihre Gerinnbarkeit verliert. Allein solche Übereinstimmung muß bei Thieren, die sehr lange Hunger ertragen können, endlich eintreten, wenn kein Faserstoff mehr gebildet und das

noch übrige Minimum desselben von den Organen fest gehalten wird; früher jedoch findet vielmehr das umgekehrte Verhältniß Statt: aus den Beobachtungen von Collard de Martigny (Nr. 216. VIII. p. 203) ergiebt sich, daß der Faserstoff bei seiner Abnahme im Blute in der Lymphe reichlicher vorhanden ist, und daß die Lymphgefäße bei Blutmangel voller sind (§. 906. d), wie sie denn auch bei abgemagerten Wassersüchtigen ausgedehnt, bei vollsaftigen, fetten Personen eng gefunden werden (Nr. 726. p. 2). Würden sie unmittelbar von den Blutgefäßen aus gefüllt, so würden sie schwerlich jemahls so wenig Lymphe enthalten, wie man gewöhnlich in ihnen findet. So fand sie Magendie (Nr. 247. II. p. 198 sqq.) an Kopf, Hals und Gliedern meist nur angefeuchtet, an den Seiten der Wirbelsäule, im Becken, an der Hohlvene, der Pfortader und der Leber häufiger gefüllt, den Lymphstamm aber niemahls leer. c) Ein weiterer Grund, den er (ebd. p. 177) anführt, ist die Verschiedenheit der Lymphe von der Flüssigkeit des Zellgewebes und der serösen Säcke, die doch resorbirt wird. Aber sie ist gleich dieser eine wasserhelle Auflösung von Eiweißstoff und Salzen, und weniger von ihr verschieden als diese vom Blute, aus welchem sie doch gebildet ist; so wie bei der Secretion eine Umwandlung nicht zu verkennen ist, so kann eine solche auch bei der Bildung der Lymphe Statt finden (§. 916). d) Magendie beruft sich ferner darauf, daß die Lymphe von allen Theilen sich gleich sei, da doch die zu resorbirenden Flüssigkeiten in ihnen so verschieden sind. Allein sie besteht größtentheils aus Wasser, Eiweißstoff und Salzen, mithin aus gemeinartigen Stoffen, die überall im Organismus vorhanden sind, und der Chylus, der aus den verschiedensten Nahrungsmitteln und mannichfaltigen Verdauungssäften entsteht, ist dennoch im Wesentlichen immer sich gleich. Auch zeigt die Lymphe einiger Organe nach Mascagni (Nr. 727. II. S. 28) und Weber (Nr. 569. III. S. 105) besondere Eigenthümlichkeiten; und wenn diese nicht bemerklich sind, so haben wir uns zu erinnern, daß auch im Venenblute der verschiedenen Theile eine Verschiedenheit, die doch nothwendig vorhanden sein muß, sich nicht deutlich erkennen läßt (§. 887. D). e) Haller (Nr. 95. I. p. 108 sq.) hatte gleich

c.

d.

e.

andern Anatomen von den Arterien aus Injectionen in die Lymphgefäße getrieben und deshalb als gewiß angenommen, daß Letztere aus Haargefäßen entspringen, sei es nun unmittelbar oder durch dazwischen liegende Canäle. Diese Meinung wurde von Monro (Nr. 720) gründlich widerlegt; aber nach Bleuland (a. a. O.) behauptete auch noch Magendie, die Arterien schienen ununterbrochen in die Lymphgefäße überzugehen. Dagegen ist einzuwenden, daß jener Übertritt einer Injection äußerst selten, also nur ausnahmsweise vorkommt, daß er, wie namentlich Hewson (Nr. 553. III. p. 170) nach seinen Erfahrungen behauptet, durch eine Zerreißung bedingt werden kann; daß aber auch eine Penetration möglich ist, da die zarten Wandungen der an einander liegenden Haargefäße und Lymphgefäße, so wie der an den Wänden eines Lymphgefäßes sich verbreitenden Haargefäße und der an den Arterienwänden entspringenden Lymphgefäße eine solche Tränkung gestatten; Mascagni (Nr. 727. II. S. 30) sah, als er eine Auflösung von Hausenblase mit Zinnober in Arterien sprützte, die farblose Flüssigkeit in das Zellgewebe treten und von da in Lymphgefäße dringen. Auf dieselbe Weise werden Letztere zuweilen auch von Secretionscanälen aus gefüllt (§. 904. f), woraus erhellt, daß sie von verschiedenen Seiten her zugänglich sind und mit den Arterien in keiner ausschließlichen Beziehung stehen. Panizza (Nr. 737. p. 41) sah die Injectionen aus manchen Arterien bei manchen Thieren manchmahl in die Lymphgefäße übergehen, aber nie eine Continuität von beiderlei Gefäßen. Hiermit stimmen auch Fohmanns (Nr. 734. S. 5) Untersuchungen und die oben (§. 904. c) angegebenen Resultate über die Wurzelanfänge überein. Die feinsten Lymphgefäße sind viel stärker als die feinsten Blut führenden Haargefäße (Nr. 569. III. S. 102), müßten also, wenn ein offener Zusammenhang Statt fände, das vollständige Blut mit Leichtigkeit aufnehmen können; so fand z. B. Krause (Nr. 681. 1837. S. 5) die engsten Lymphgefäßwurzeln 0,007 Linie stark, Müller (Nr. 673. I. S. 252) die engsten Haargefäße in den Darmzotten von Kälbern 0,003 bis 0,006 Linie. So ist es auch nur durch Penetration der in den Wänden der Blutgefäße wurzelnden Lymphgefäße oder der an

letztere sich verbreitenden Arterien zu erklären (Nr. 625. p. 47), wenn Substanzen, die lebenden Thieren in die Venen gesprützt worden sind, nach wenigen Minuten im Lymphsysteme erscheinen (Nr. 247. II. p. 325), wie z. B. Hering (Nr. 186. I. S. 125) das in die Drosselvene von Pferden infundirte blausaure Kali nach 1 bis 5 Minuten im Lymphstamme fand. Wenn Magendie (Nr. 789. I. p. 80) bei einem Pferde, dem er 30 Litres oder über 26 preußische Quart Luft in die Venen getrieben hatte, die Lymphgefäße von Lymphe außerordentlich ausgedehnt fand, so war hier der Lymphstamm durch die Überfüllung der Venen gehindert worden sich zu entleeren, wahrscheinlich aber wohl auch Luft in das Lymphsystem gedrungen.

§. 914. Was die Gesetze A) der Rücksaugung im Allgemeinen betrifft, so wird diese a) gleich der Einsaugung (§. 906. d) durch die Vollheit oder Leerheit des Blutsystems bestimmt: wo weniger Nahrungsstoff aufgenommen und der Verlust, den das Blut fortdauernd erleidet, nicht von außen her ersetzt wird, saugen die Lymphgefäße von dem eigenen Körper mehr auf. Diese Erfahrung hat die Ärzte dahin geführt, in Krankheitsfällen, wo eine vermehrte Rücksaugung wünschenswerth ist, eine Entziehungs- oder Hungercur zu veranstalten. Magendie (Nr. 247. II. p. 199) hatte bereits bemerkt, daß bei Thieren, die eine geraume Zeit hindurch keine Nahrung erhalten hatten, die Lymphgefäße voller waren, und Collard de Martigny (Nr. 216. VIII. p. 177 — 203) verfolgte dies weiter. Nach seinen an Hunden angestellten Beobachtungen wurde bei Entziehung der Nahrung in der zweiten Woche die Rücksaugung so vermehrt, daß das ganze Lymphsystem strotzend war, wobei auch die Lymphgefäße des Gekröses eine durchsichtige, weißliche oder ins Rosenrothe spielende, gerinnbare Flüssigkeit enthielten; in der dritten oder vierten Woche nahm dies ab, und von da an enthielt der Lymphstamm nur noch wenig Lymphe, die nur von den Eingeweiden zu kommen schien. — Natürlich hat eine unmittelbare Verminderung der Säftemasse zunächst ähnliche Wirkungen, wie denn Aderlässe oder Purganzen unter sonst geeigneten Umständen durch Verstärkung der Rücksaugung Wassersuchten und ähnliche Übel heben

A.
a.

können. So ist das Fett, welches Marshall Hall (Nr. 423. 2me serie. II. p. 380) bei Thieren, die durch Blutverlust getödet waren, im Blute fand, wohl durch Rücksaugung dahin gekommen. b) Am schnellsten und stärksten werden die organischen Flüssigkeiten, demnächst das Zellgewebe, dann die Muskeln, weniger die Knochen, noch weniger die übrigen sklerösen Gebilde, gar nicht endlich die epidermatischen Gebilde resorbirt. So wird die Oberhaut von einer unter ihr vor sich gehenden Vereiterung nicht angegriffen, sondern nur ausgedehnt, bis sie berstet, wie dies an Stellen, wo sie dicker ist, z. B. an der Hohlhand und Fußsohle, besonders deutlich ist; daher ist das Panaritium so schmerzhaft, weil die Oberhaut unter dem Nagel sich nicht so ausdehnen läßt, während sie an andern Stellen durch feuchte Umschläge getränkt und dadurch dehnbarer werden kann (Nr. 492. II. 2 Abth. S. 183). Daher kann es auch nicht als Einwurf gegen den steten Wechsel der Materie (§. 909. C) gelten, daß die Haut nach dem innerlichen Gebrauche des salpetersauren Silbers oft auf mehrere Jahre bläulich oder schwärzlich gefärbt wird, und daß die farbigen Figuren, welche Soldaten, Matrosen und Wilde auf ihre Haut zu zeichnen pflegen, zuweilen während des ganzen Lebens sich erhalten (Nr. 247. II. p. 385): denn diese Färbungen haben nur in der Oberhaut und dem Malpighischen Schleime ihren Sitz, und die dazu angewendeten Substanzen haben theils diese der Resorption ohnehin widerstrebenden Theile chemisch unlöslich gemacht, theils, wie schon Haller (Nr. 95. VIII. pars 2. p. 55) bemerkt, die Lebendigkeit der darunter liegenden Hautstellen zerstört, so das die sonst von ihnen ausgehende Häutung aufhört. — Während aber nach den angeführten Erfahrungen die Resorption der Flüssigkeit, Weichheit und Löslichkeit der Gebilde entspricht, wird sie doch auch durch die selbsterhaltende Thätigkeit des Organismus und deren Zwecke bestimmt. Dem gemäß erhält sich das Nervensystem als der Kern des animalen Organismus ungeachtet der Weichheit seiner Substanz bei allgemeiner Abmagerung unversehrt, und steht in dieser Widerstandskraft dem sehnigen Gewebe gleich, ja selbst noch darüber, und während alles Fett am übrigen Körper verschwindet,

bleibt es doch von der Rücksaugung an solchen Stellen unangetastet, wo es für die mechanischen Verhältnisse des Lebens besonders wichtig ist, nämlich in den Augenhöhlen, an den Fußsohlen und am Gesäße. c) Die Rücksaugung steht mit der Einsaugung, namentlich mit der der Verdauungsorgane, in umgekehrtem Verhältnisse. Collard de Martigny (Nr. 216. VIII. p. 175. 187. 202) beobachtete an Hunden, daß während der Chylusbildung, also in den ersten sieben bis neun Stunden nach der Fütterung, die Lymphgefäße der übrigen Theile fast leer waren, dagegen späterhin und außer der Zeit der Verdauung mit Lymphe sich füllten. Hiernach bilden denn die Lymphgefäße des Darmcanals und die des übrigen Körpers in Hinsicht auf ihre Thätigkeit gleich den Venen zwei verschiedene, gegen einander in Antagonismus stehende Systeme (ebd. p. 208). d) Ein Antagonismus zwischen der nach außen gerichteten, arteriösen, secernirenden und der rücksaugenden Thätigkeit scheint auch zum Grunde zu liegen, wenn durch Erbrechen oder durch Krampfanfälle Stockungen gehoben und Extravasate resorbirt werden. Dahin scheint auch der von Jahn (Nr. 449. 1829. S. 333) beobachtete Fall zu gehören, wo das Leben bei seinem Erlöschen noch in gesteigerter Thätigkeit des Lymphsystems sich äußerte, indem bei einem Wassersüchtigen im Sterben plötzlich die Geschwulst der Hände, dann des Gesichts, dann der Beine verschwand, während die Harnblase enorm ausgedehnt wurde. B) Was die Resorption einzelner Theile betrifft, so gilt hier e) das allgemeine Gesetz, daß Alles, was nicht durch eigene Lebendigkeit sich selbst behaupten kann, untergeht und entweder gänzlich resorbirt, oder ausgesogen und atrophisch wird, sei es nun, weil es seine Bestimmung erfüllt und für die gegenwärtige Lebensstufe keine Bedeutung mehr hat (§. 909. e), oder weil das Organ, an dem es sich bethätigen soll, zum Leben untauglich geworden ist, wie bei Atrophie des Sehnerven und Sehhügels durch Erblindung des Auges von äußern Ursachen; oder daß die belebende Einwirkung des Blutes oder der Nerventhätigkeit beschränkt oder aufgehoben ist. Hunter (Nr. 492. II. 2. Abthlg. S. 139 fg.) bemerkte, daß neuerzeugte organische Substanz, Narben und Callus leichter resorbirt

werden, weil ihnen weniger Lebenskraft inwohnt. Eben so wird bei der Hungercur jedes abnorme Gebilde am frühesten und am meisten angegriffen: Geschwülste werden dabei täglich kleiner und verschwinden endlich; Geschwüre entzünden sich in den ersten Tagen und werden schmerzhaft, gewinnen aber bald ein besseres Aussehen, indem das Verdorbene gänzlich abstirbt, die callösen Ränder sich verlieren, bei sparsamer Eiterung dann schnell eine mäßige Granulation erfolgt, worauf die Haut von allen Seiten sich verlängert und große Geschwürflächen oft sehr schnell überzieht; alte Ausschläge verlieren bald ihre peripherische Röthe, werden trocken und fallen in Borken ab, unter denen sich eine normale Haut gebildet hat (Nr. 753. S. 58). f) Eine Entzündung beschleunigt die Resorption (Nr. 492. II. 2. Abth. S. 150), namentlich bei ihrer Zertheilung, welche eben darauf beruht und wobei die Geschwulst sich verliert; so verschwindet bei Hautentzündungen das darunter liegende Fett, und bei Entzündung der Muskeln magert mit diesen auch das ganze Glied ab (Nr. 538. II. p. 197).

f.

g. g) Ein mechanischer Druck bewirkt eine abnorme Resorption, indem er die Nutrition herabsetzt. So wird der von einem Blasenwurme oder einem andern Aftergebilde gedrückte Theil des Gehirns atrophisch, und beim Aufliegen schwinden Haut und Muskeln. Die Schädelknochen werden durch Hirnwassersucht verdünnt, durch Granulationen der festen Hirnhaut ausgebohrt, von Hirnschwämmen durchbrochen; die Oberfläche der Wirbelbeine wird von daran liegenden Aneurysmen resorbirt, worauf die frei gelegte Diploe cariös wird; bei Verkrümmungen schwinden die an einander gedrängten Rippen, und der ausgewichene Gelenkkopf bildet sich an dem Knochen, gegen welchen er drängt, eine neue Gelenkhöhle. Übrigens bemerkt Hunter (Nr. 492. II. 2. Abthl. S. 141 fgg.), daß beim Drucke allemahl diejenige Seite nur resorbirt wird, die der äußern Oberfläche des Körpers am nächsten liegt: so öffnen sich Abscesse der Kieferhöhlen, der Stirnhöhlen und des Thränencanals weniger häufig in die Nasenhöhle, als vielmehr im Gesichte; so ziehen sich auch fremde Körper immer nach der Haut hin, und ein Druck von innen her bewirkt leichter Resorption als der von außen kommende. Dagegen hemmt

der im Lymphsysteme wirkende Druck der Schwere die Rücksaugung, so daß bei allgemeiner Schwäche nach langem Stehen die Füße anschwellen und ein vorhandenes Ödem derselben zunimmt.

§. 915. Die Rücksaugung der festen Gebilde setzt eine Verflüssigung derselben voraus. a) Nach frühern mechanischen Ansichten sollten sie durch die lebendige Bewegung nur abgerieben werden, und zwar theils durch die mit dem Herzschlage verbundene und über das ganze organische Gewebe sich ausbreitende, abwechselnde Biegung und Strecken der Arterien, theils durch die Friction der Flüssigkeiten in den Canälen, besonders in den zarten Haargefäßen (Nr. 95. VIII. pars 2. p. 55 sqq.). Allein schon die Betrachtung der Resorption von dichter Knochensubstanz, deren Fasern weder gebogen und gestreckt, noch durch Strömung von Säften abgerieben werden können, reicht zu Widerlegung solcher Annahmen hin. Eine chemische Lösung ist nicht zu verkennen. b) Daß diese in einem Verbrennungsprocesse durch den Sauerstoff des arteriösen Blutes bestehe, und daß, wie Berzelius (Nr. 208. XII. S. 325) vermuthete, hierdurch Milchsäure, Phosphorsäure und Osmazom gebildet werde, ist nicht zu erweisen, da die Lymphe an oxydirten Stoffen und an den genannten Substanzen keinen besondern Reichthum zeigt, und letztere in den verschiedenen Organen ziemlich reichlich sich vorfinden, wie denn z. B. die so wenig Erscheinungen der Rücksaugung zeigende Hirnsubstanz (§. 914. b) ungefähr 0,0130 Osmazom enthält (§. 792. m), indeß dieses in der Lymphe nur 0,0031 beträgt (§. 912. f). c) Es war nur ein bildlicher Ausdruck, wenn Hunter äußerte, die Lymphgefäße nagten an den festen Theilen wie die Raupen an den Blättern (Nr. 727. I. S. 98): diese Gefäße vermögen, wie auch Blainville (Nr. 762. p. 146) es ausspricht, nur das einzusaugen, was bereits verflüssigt ist. Diese Verflüssigung aber kann nur durch die, alle Theile umgebende Feuchtigkeit, die wir Bildungssaft genannt haben (§. 877. f), bewirkt werden. Wir erkennen hier mit Prochaska (Nr. 593. S. 105) die Wirkung einer doppelten Wahlverwandtschaft oder einen gegenseitigen Austausch an, ungefähr wie in den Lungen zwischen

Blut und Luft Statt findet: die Organe ziehen bei ihrer Selbsterhaltung frische Materie aus dem Bildungssafte an, und geben die veraltete an ihn zurück; haben sie aber nicht die Kraft sich durch jene Anziehung zu behaupten, so werden sie gleich einer fremden Substanz (§. 908) von dem Nahrungssafte überwältigt, in ihrer ganzen Masse verflüssigt, so daß deren Substanz die ihr bei der Nutrition aufgeprägte eigenthümliche Form des Daseins verliert und zu einer allgemeinern Form zurückkehrt. So kann selbst ergoßnes Blut an Knochen eine verflüssigende Kraft üben und eine Erosion bewirken, die späterhin in Beinfraß übergeht (Nr. 464. III. S. 15). d) Der Bildungssaft nagt allmählig an den Organen, und dieser Hergang selbst wird vermöge seiner Stetigkeit unmerklich (§. 876), so daß man ihn erst in seinen Wirkungen erkennt. Indessen glaubte Kaltenbrunner (Nr. 196. XVI. S. 309 fgg.) ihn bei krankhaft beschleunigtem Blutlaufe mit Augen gesehen zu haben: in den Substanzinseln der Schwanzflosse von Fischen und der Schwimmhaut von Fröschen zeigte sich zuweilen hier und da eine dunkle Bewegung, die allmählig deutlicher wurde, wo dann freie Körperchen in Haufen zusammen traten, hierauf in zwei entgegengesetzten Strömungen sich bewegten, die in einander mündend ein Netz bildeten, und daraus in größern Strömen in das nächste Haargefäß übergingen, worauf die entstandenen Canäle wieder zerflossen. e) Laugensalze und Neutralsalze vermehren die lösende Kraft der organischen Flüssigkeiten und befördern so die Resorption; vorzüglich stark wirken die salinischen Mineralwässer, namentlich der Karlsbader Sprudel, bei dessen Gebrauche z. B. Knochenbrüche, die vor längerer Zeit verheilt waren, durch Verflüssigung des Callus wieder erscheinen. Eben so wirken Quecksilber und Jod, welche zugleich die organische Bildungskraft herabsetzen. In den thierischen Dunstbädern aber, welche ohne eine solche feindselige Wirkungsweise Contracturen und Ankylosen zu schmelzen vermögen, erkennen wir ein Analogon des lebenswarmen Bildungssaftes.

§. 916. Von einer Umwandlung, welche innerhalb des Lymphsystems vor sich geht, finden wir A) in abnormen Zuständen schon einige Spuren. Dumas (Nr. 216. X. p. 103 sqq.)

nimmt an, daß der Eiter in den Lymphknoten umgebildet werden kann: er fand nämlich die Lymphgefäße des Fruchthälters nach Kindbettfiebern öfters damit gefüllt, die Ganglien, in welche sie traten, angeschwollen und entzündet, die austretenden Lymphgefäße aber so wie den Lymphstamm von Eiter frei. Eben so sah Dupuytren (Nr. 247. II. p. 193) bei einer Eitergeschwulst am Schenkel Eiter in den Lymphgefäßen bis zu den Leistenknoten, aber nicht im Lymphstamme. Ähnliche Beobachtungen machte Lauth (Nr. 735. p. 61) bei Blutergießungen. Indessen können diese Erfahrungen nur dann Beweise für eine Umwandlung in den Lymphknoten abgeben, wenn wir überzeugt sind, daß hier während des Lebens keine Stoffe aus dem Lymphsysteme in die Venen übergehen (§. 900. B). B) Bestimmtere Gründe dafür bieten sich in den Erscheinungen dar, welche bei Entziehung der Nahrung eintreten. Da nämlich der Lauf der Lymphe hauptsächlich durch die Aufsaugung der Wurzelenden bestimmt wird (§. 907. k), diese aber nirgends und nie so reichlich vor sich geht, als im Darmcanale während der Chylusbildung, so muß, wenn eine Zeit lang keine Nahrung aufgenommen worden ist, die Strömung im Lymphstamme sehr träge sein, und die Eigenthümlichkeit, welche die Lymphe dann zeigt, von ihrem langsamen Laufe und ihrem längern Aufenthalte im Lymphsysteme herrühren. Da auch diejenige Lymphe, welche in varikösen Ausdehnungen ihrer Gefäße längere Zeit gestockt hat, dieselben Eigenthümlichkeiten zeigt, diese endlich im Lymphstamme stärker hervortreten als in den Wurzelzweigen, so wird jener Schluß auf das Entschiedenste bestätigt. a) Nach langem Fasten bemerkte Magendie (Nr. 247. II. p. 131) einen samenartigen Geruch an der Lymphe, und Tiedemann ein schnelleres und vollkommneres Gerinnen derselben. Collard de Martigny (Nr. 216. VIII. p. 183) fand bei Hunden, die keine Nahrung erhielten, daß die Lymphe in den ersten vierzehn Tagen gehaltreicher, gerinnbarer und stärker riechend wurde, späterhin von ihrem Gehalte und Geruche verlor, langsamer und zuletzt nur unvollkommen gerann. Das Verhältniß der Bestandtheile war, vom Zeitpuncte der letzten Fütterung an gerechnet

B.

a.

	nach 32 Stunden	nach 9 Tagen	nach 21 Tagen
Wasser und Salze	9400	9314	9368
Faserstoff	30	58	32
Eiweißstoff, Fett und Färbstoff	570	628	600

Hiernach verhielt sich die Menge des Faserstoffs nach 32 Stunden zu der nach 9 Tagen wie 100 : 193, und zu der nach 21 Tagen wie 100 : 106; die der übrigen organischen Stoffe aber zu der nach 9 Tagen wie 100 : 110, und zu der nach 21 Tagen wie 100 : 105. — Eine ähnliche Differenz zwischen der Lymphe in den Lendengeflechten und der im Brustſtamme fanden Gmelin und A. Müller (Nr. 743. p. 56) bei einem Pferde, welches seit 24 Stunden außer etwas Kleien nichts gefressen hatte:

	aus den Lendengeflechten	aus dem Brustſtamme
Wasser	9610	9498
Faserstoff	25	42
Eiweißstoff	275	340
Speichelstoff	21	24
Osmazom	69	84

Die Quantität des Faserstoffs in den Lendengeflechten zu der im Brustſtamme verhielt sich demnach zu der im Brustſtamme wie 100 : 168, während die Proportion der übrigen organischen Stoffe zwischen beiden Lymphen 100 : 122 war. Nach diesen Erfahrungen vermehrt sich demnach beim Aufenthalte im Lymphsysteme der Faserstoff am meisten, weniger der Eiweißstoff und das Osmazom, am wenigsten der Speichelstoff. In der Hauptsache stimmen hiermit die an menschlicher Lymphe gemachten Beobachtungen überein: die aus einem verwundeten Lymphgefäße gab nach H. Nasse 0,0066 Kuchen, während die aus einer Lymphgeschwulst nach Friedreich 0,0144 gab, und in der aus einer ähnlichen Geschwulst fand Krimer 0,0249 Faserstoff. Hierdurch und da wir außerhalb der Lymphe und dem Blute

keinen flüssigen Faserstoff finden, sind wir berechtigt anzunehmen, daß derselbe innerhalb des Lymphsystems sich bildet. Der Bildungssaft läßt sich keiner chemischen Untersuchung unterwerfen; und selbst das Secret der serösen Säcke, welches ohne Zweifel ganz vom Lymphsysteme aufgenommen wird, meist nur in Fällen abnormer Anhäufung. Nehmen wir aber aufs Gerathewohl die oben (§. 814. a) angeführten 32 Analysen, so finden wir außer Wasser und Salzen als Durchschnittszahl für den Gehalt an Eiweißstoff 0,0296, und an anderer organischer Substanz (Osmazom, Speichelstoff und Fett) 0,0061. So ist es denn wahrscheinlich, daß das Lymphsystem, da es diese Stoffe ebenfalls enthält, dieselben durch Resorption empfängt, sie zum Theil in Faserstoff umwandelt und andern Theils ihre relative Menge vermehrt, sei es nun durch Zutritt einer durch Resorption fester Gebilde mehr concentrirten Lymphe, oder durch Absatz ihres Wassers an die angränzenden Gebilde mittels Tränkung der Wandung. b) Hewson (Nr. 553. III. p. 67) nimmt an, daß die Lymphe in ihren Ganglien die Körnchen empfängt. Da aber diese von J. Müller (Nr. 681. 1835. S. 113) schon in der Lymphe des Fußes vor deren Eintritte in ein Ganglion entdeckt worden sind, so müssen sie schon in den Wurzelanfängen sich bilden. Denn daß sie im Lymphsysteme selbst erst entstehen, ist schon darum glaublich, weil sie schwerlich von außen her durch die geschloßnen Wandungen eindringen können, wird aber auch durch die Verhältnisse der Röthung um so wahrscheinlicher. c) Magendie (Nr. 247. II. p. 131. 172) hatte zuerst bemerkt, daß bei Thieren, denen er vier bis fünf Tage lang das Futter entzogen hatte, die Lymphe röthlich, zuweilen krapproth, zuweilen gelblich war, und in Sauerstoffgas scharlachroth, in kohlensaurem Gas purpurfarbig wurde. Tiedemann und Gmelin fanden auch bei Pferden, die 30 bis 48 Stunden lang hatten fasten müssen, die Lymphe roth, und bei einem Schafe (Nr. 643. I. S. 267), welches seit 48 Stunden kein Futter bekommen hatte, wurde der Lymphkuchen an der Luft röthlich. Nach Collard de Martigny (a. a. O.) wurde die Lymphe beim Mangel an Nahrung röthlich schillernd, und ihr Kuchen röthete sich an der

Luft stärker, ja nach 12 Tagen selbst dunkel. Daß diese Färbung auf dem längern Aufenthalte im Lymphsysteme beruht, ergiebt sich aus folgenden Beobachtungen. Fr. Nasse (Nr. 449. 1817. I. S. 382) ließ eine an der innern Fläche des Oberschenkels liegende Lymphgeschwulst öffnen, und der Kuchen der abgelaßnen Lymphe färbte sich nach Krimers (Nr. 511. S. 144) Berichte in der Luft an der Oberfläche stark rosenroth, im Innern schwach pfirsichblütroth, und wurde durch kohlensaures Gas dunkel, durch Sauerstoffgas und Neutralsalze hellroth gefärbt, in einem andern Falle (ebd. S. 147) gab eine Lymphgeschwulst am Oberarme, als sie geöffnet wurde, eine durchsichtige, aber opalisirende Lymphe, deren Kuchen an der Luft roth wurde. d) Das Fett verschwindet beim Mangel an Nahrung ziemlich schnell; gleichwohl scheint es im Lymphsysteme dann nicht im freien Zustande zu bleiben, sondern gebunden oder zersetzt zu werden, denn in obigen Fällen fand man die Lymphe immer klar, nicht milchig. Für eine solche Umwandlung spricht der Umstand, daß bei heftigen Entzündungen des Zellgewebes das Fett in einen halbflüssigen, im Zellgewebe ausgebreiteten Brei verwandelt wird, ehe es verschwindet (Nr. 538. II. p. 197). So führt auch Treviranus (Nr. 100. IV. S. 512) dafür an, daß man bei Säugethieren an Stellen, die sonst Fett enthalten, öfters eine gallertartige Masse antrifft. C) Als Mittel zu solcher Umwandlung erkennen wir e) das Zusammentreten der von verschiedenen Theilen kommenden, also auch verschiedenartiger Lymphen (Nr. 727. III. S. 42 fg.). Diese Zurückführung des Verschiedenartigen zu einer gleichförmigen Beschaffenheit findet namentlich beim Durchgange durch die Lymphknoten Statt: dies zeigt sich schon darin, daß gemeiniglich mehrere und engere Gefäße eintreten, als herausgehen, so daß zuweilen auf 14 bis 20 eintretende Lymphgefäße nur ein austretendes kommt (Nr. 727. I. S. 73. Nr. 570. S. 520). f) Vorzüglich aber mag das Blut in den Haargefäßen, welche an die Wandungen der Lymphgefäße, und am reichlichsten an deren Verzweigungen innerhalb der Lymphknoten sich anschmiegen, durch seine verähnlichende Kraft wirksam sein. Die Anschwellung der Lymphknoten des Gekröses hat ohne Zweifel

an den Skropheln, der Atrophie und andern Krankheiten, wo sie vorkommt, wesentlichen Antheil; und da in ihnen die Gefäße nicht immer verstopft, sondern vielmehr erweitert sind, wie Sömmerring, Cruikshank und Brügmanns gefunden haben, so beweist dies, daß diese Ganglien nicht bloß als Wege, sondern auch durch umwandelnde und aneignende Thätigkeit dem Leben dienen (Nr. 142. I. S. 541 fgg.). Daher werden sie denn nicht bloß materiell (§. 903. a), sondern bei Störungen des plastischen Processes überhaupt auch consensuell afficirt.

Achtzehntes Buch.

Von der Verdauung.

Verdauungsorgane.

§. 917. Indem der organische Körper durch fortdauernde Selbstbildung sich erhält, bedarf er eines bestimmten Materials, welches ihm die Außenwelt in palpabeln Stoffen liefert, die geeignet sind, integrirende Theile seiner Substanz zu werden, und die man Nahrung nennt. Er kann aber diese fremde Materie seinen Organen nicht unmittelbar einverleiben, sondern sie nur stufenweise sich aneignen, und zunächst eine Flüssigkeit daraus schaffen, welche als sein Erzeugniß Antheil am Leben hat, und das Material zur Bildung der Organe, so wie der zu diesen gehörigen Säfte, abgiebt: den Lebenssaft (§. 660. c). Diese Aufnahme und Umwandlung der Nahrung in Lebenssaft wird als Ernährung in einem weitern Sinne des Worts (§. 778. a) bezeichnet. Auf einer niedern Stufe der Entwicklung des Lebens, wo der Inhalt seines Begriffs noch nicht aus einander gelegt ist, und seine mannichfaltigen Richtungen noch nicht in ihrer vollen Eigenthümlichkeit zur Erscheinung kommen, sind auch noch keine gesonderten Momente der Ernährung zu erkennen. A) Die Pflanze hat nur eine äußere Oberfläche und nimmt an dieser die ihr angemeßnen äußern Stoffe durch eine Wahlanziehung, aber ohne weitere Vorbereitung, in sich auf und wandelt sie dann erst um: die Ernährung beginnt also gleich mit der Einsaugung und zerfällt nicht in verschiedene Momente, sondern ist mit dem Leben überhaupt verschmolzen. Man erkennt keine besondern Bildungsstufen des Lebenssaftes, so wie dieser selbst nicht bestimmt unterscheidbar ist. a) Am einfachsten ist dies bei den Algen, Schwämmen und Flechten, welche bloß aus an einander gelagerten Zellen

A.

a.

schließenden Darmblase sich entwickelt, früher als andere bildende Organe erscheint und den Stamm darstellt, an welchem diese sich entwickeln, so zeigt es sich auch in der Thierreihe schon auf niedern Stufen, wo noch keine besondern Organe des plastischen Lebens sich finden. Schon längst hatte man daher das Dasein von Verdauungsorganen bei allen Thieren ohne Ausnahme und als charakteristisches Merkmal derselben angenommen (Nr. 95. VI. p. 108). In der That sind sie auch bei mehreren Infusionsthieren von Leuwenhoek, Ellis, Spallanzani, Göze u. s. w. (Nr. 779. p. 305) und bei einer noch größern Zahl derselben von Ehrenberg nachgewiesen worden. Wären nun die allerkleinsten Thiere (denn diese nennt man eben Infusorien) auch die einfachsten, so würde daraus folgen, daß die Verdauungshöhle auf keiner Stufe der Thierreihe fehle; da aber der Vordersatz nicht richtig ist, überhaupt auch die vegetabilische und animalische Organisation nicht durchaus streng geschieden sind, so ist es wohl denkbar, daß es Thiere giebt, die gleich dem Eie und der Keimhaut auf pflanzliche Weise durch Einsaugung an ihrer äußern Oberfläche sich ernähren. So hat man denn bei Achium und Scyphium unter den Spongien (Nr. 125. S. 372), bei Acephalocysten, Ligula und Tricuspidaria unter den Entozoen, so wie bei den animalischen Bacillarien keine Verdauungsorgane gefunden, und Meyen (Nr. 175. XVI. Supplem. S. 159 fgg.) stellt unter dem Namen von Agastrikern eine Reihe solcher Thiere auf, welche die Familie der kugligen Palmellarien und

d. die der cylindrischen Polypozoen in sich begreift. d) Auch da, wo ein Verdauungsorgan sich findet, zeigt sich auf einer niedern Stufe der Thierreihe die Einsaugung der Haut noch als ein Mittel der Ernährung. So scheint bei Sertularien und ähnlichen Polypenstöcken die Basis zu wirken, die gleich einer kriechenden Wurzel sich am Boden befestigt, im Winter bei abgestorbenen Zweigen perennirt, und im Frühjahre neue Zweige treibt (Nr. 125. S. 357); sowohl lebende als todte Nematoideen schwellen in Wasser an, wenn sie zuvor dürr waren (Nr. 131. I. p. 250 sqq.); und bei Trematoden verbreiten sich die Pigmente aus dem Wasser, worein man sie gelegt hat, gleichförmig

und ohne eine Spur von leitenden Canälen durch die ganze Substanz (Nr. 134). Theilweise findet auch noch auf einer höhern Stufe der Thierreihe solche Ernährung Statt (§. 898. a).
c) Indem wir die Verdauung zuerst nach ihrer Äußerlichkeit und ihren räumlichen Verhältnissen, und zwar zunächst nach ihren Organen (§. 918—922) und dann nach deren Bewegung (§. 923—934) betrachten, springt es in die Augen, daß auch hier niedere und höhere Bildungsformen gegeben sind, und daß jene besonders durch den Mangel eigener Wandungen (§. 918), durch Mehrheit gleicher Höhlen (§. 919. A), durch unbedeutende Länge (§. 919. B), durch Gleichförmigkeit in der ganzen Ausdehnung (§. 920. B), durch Abwesenheit entgegengesetzter Öffnungen (§. 920. A), so wie durch Mangel an Nebenorganen (§. 922. D) und an einem abgesonderten Gefäßsysteme (§. 922. E) sich bezeichnen. Allein die Bildungsstufe der Verdauungsorgane weicht von der der gesammten Organisation oft bedeutend ab, und trifft mit dem zoologischen Systeme nicht zusammen: nicht selten kommen höhere Formen bei niedern Thieren vor, und umgekehrt; bei einem und demselben Thiere ist die Form der Verdauungsorgane in der einen Hinsicht höher, in der andern niedriger; bei ganz nahe verwandten Thieren sind diese Organe sehr verschieden, während sie bei sehr ungleichen Thieren einander mehr ähneln. Die Angabe der den verschiedenen Abtheilungen des Thierreichs eigenthümlichen Formenverhältnisse fällt mithin der speciellen Zoologie anheim, und die Physiologie hat nur die allgemeinen Momente derselben ins Auge zu fassen.

§. 918. Die Substanz des Verdauungsorgans ist a) auf dessen untersten Bildungsstufe von der Leibesmasse noch nicht geschieden, sondern bloß die innere Fläche derselben, allenfalls gleich jeder Oberfläche etwas dichter als die übrige Substanz und glatt, jedoch nicht als eigene Schicht zu trennen. So ist es bei Cercarien, den Spongien, den Blasenwürmern, den meisten Polypen und einigen Quallen. Diese Thiere erscheinen als bloße Verdauungsschläuche; und wenn die Höhlen bei verhältnißmäßiger Länge eng sind, so zeigen sie sich als bloße Rinnen in der Leibesmasse. b) Bei den meisten Infusorien, Quallen und Ento-

zoen, so wie bei einigen Polypen, bei Echinodermen, Mollusken, Glieder- und Wirbelthieren besteht die Wandung der Verdauungshöhle aus einer eigenen Membran, welche den Gegensatz zur äußern Haut bildet, indem sie des Stoffs, den sie umfaßt und einschließt, sich bemächtigt, ihn überwältigt und die Ursprungsstelle des Blutes wird, während die äußere Haut, von der Außenwelt umgeben, von den Stoffen nur berührt wird, um in eine mehr dynamische und mechanische Wechselwirkung mit denselben zu treten. Zwischen diesen beiden Membranen bleibt nun eine Lücke, in welcher als intermediaire Organe zuerst, wie bei den meisten Infusorien, einigen Polypen, Quallen und Entozoen, nur die Ovarien, bei weiterer Ausbildung der Organisation aber die mannichfaltigen Gebilde liegen, die theils das, was an beiden Flächen aufgenommen ist, zu höherer Entwickelung bringen (in Blutbildung, Nutrition, Sensation), theils die Veräußerung des Innern an beiden Flächen bewirken (Secretion, Bewegung). Bei den Wirbelthieren erlangt die Wandung der Verdauungshöhle eine höhere Entwickelung als eine der äußern Haut entsprechende Schleimhaut, und läßt sich zerlegen in eine dichtere, Form gebende Zellhaut (§. 785. b. 790. a), welche der eigentlichen Lederhaut (§. 791. e) analog, jedoch ungleich lockerer und penetrabler ist; und die Zottenhaut, auch Schleimhaut im engern Sinne des Worts genannt (§. 785. c. 790. a), die als Efflorescenz der Gefäße dem Papillarkörper der Haut (§. 791. f) entspricht, aber durch Zutritt von mehr Substanz zu einer wirklichen, ungemein gefäßreichen Membran ausgebildet ist.

§. 919. In Betreff der Gestalt und zunächst des quantitativen Verhältnisses der gleichartigen Theile bemerken wir A) die Verschiedenheit der Zahl. a) Verdauungshöhlen, die in ihrem ganzen Verlaufe mehrfach sind, kommen vor bei Spongien, wo die zahlreichen Mündungen in verzweigte und anastomosirende Canäle sich fortsetzen, die durch das Gewebe des ganzen Körpers sich verbreiten; bei Tänien, wo die von vier Saugmündungen ausgehenden Canäle in zwei sich vereinen, die einander parallel durch den Körper sich erstrecken und am Rande jedes Gliedes durch Querzweige sich verbinden; bei mehrern Saug- und Haken-

würmern, bei welchen die Saugmündungen ebenfalls in zwei seitlich verlaufende, aber verästelte Canäle übergehen; endlich vielleicht bei einigen Quallen, z. B. Eudora. b) Anfang und Ende sind mehrfach bei mehrern Scheibenquallen, z. B. den Rhizostomen, wo die von den Saugmündungen an den Armen des sogenannten Stiels ausgehenden Canäle sich allmählig vereinen und endlich in eine centrale Verdauungshöhle münden, der wieder eine Menge Canäle nach dem Umkreise der Scheibe ausschickt. c) Bloß der Anfang ist mehrfach bei den Blasenwürmern, wo die von mehrern Saugmündungen ausgehenden Canäle in die gemeinschaftliche Verdauungshöhle sich öffnen; bei einigen Band- und Saugewürmern, deren Saugecanäle in einen einigen Stamm sich vereinen; ferner bei mehrern Röhrenquallen, und bei einigen Gliederthieren, wie bei Siphostomen, wo die zwei Speiseröhren in einen Darm übergehen (Nr. 114. IV. S. 67), bei Wanzen, deren Saugcanäle in eine Speiseröhre führen, und bei Phalangien, wo zwei Öffnungen in eine Mundhöhle ausgehen (ebd. S. 145). d) Von einer einfachen Mündung geht ein mehrfaches Verdauungsorgan aus bei den Monaden, oder den eigentlichen polygastrischen Infusorien, wo aus der Mundhöhle eine Menge Canäle abgehen, die sich blasenförmig endigen, und bei einigen Cercarien, wo von einer Saugmündung aus ein gabelförmig getheilter Canal durch den ganzen Körper sich erstreckt (Nr. 125. S. 245). e) Ein einfaches Verdauungsorgan kommt schon bei mehrern Infusorien, einigen Blasen-, Saug- und Hakenwürmern und einigen Quallen vor, und ist fast allen Gliederthieren, und allen Polypen, Echinodermen, Mollusken und Wirbelthieren eigen. B) Die Länge des Verdauungsorgans im Verhältnisse zu der des ganzen Körpers, namentlich der Leibeshöhle, bestimmt mit die von seiner Lage abhängige Gesammtform desselben. f) Wo es nicht länger als die Leibeshöhle ist, hat es eine gerade Richtung: so bei einigen sogenannten polygastrischen Infusorien und Räderthieren, bei den Rippen- und Röhrenquallen, bei den meisten Polypen, Anneliden, Arachniden und Crustaceen, unter den Insecten bei den Lepidopteren, unter den Mollusken bei Salpen, endlich bei mehrern Fischen, als Cobitis, Syngnathus, Fistularia u. s. w. In

b.
c.
d.
e.
B.
f.

den drei höhern Thierclassen hat das Verdauungsorgan nur während der ersten Perioden des Embryonenlebens eine völlig gestreckte
g. Lage. g) Bei etwas größrer Länge macht es eine Krümmung, z. B. unter den Polypen bei Flustra, und unter den Echinodermen bei Comatula; oder verläuft kreisförmig, wie unter den Infusorien bei Vorticella; oder biegt sich knieförmig um, erst vom Munde abwärts und dann wieder zurücklaufend, wie unter den Echino-
h. dermen bei Comatula. h) Mehrere solcher knieförmiger Beugungen werden durch eine bedeutendere Länge bedingt, und sind in einer und derselben Thierclasse verschieden nicht nur in der Zahl, wie unter den Echinodermen bei Holothurien zweifach und bei Echinus zehnfach, sondern auch in der Richtung, indem z. B. unter den Anneliden der Darm bei Sipunculus wechselsweise nach vorne und nach hinten der Länge nach, bei Sabella hingegen in die Quere nach rechts und links sich wendet. Unter den Wirbel-
i. thieren zeigen hauptsächlich die Fische diese Form. i) Kreisförmige Windungen treten unter den wirbellosen Thieren bei vielen Molusken und den meisten Insecten auf. Bei Fischen sind sie bald concentrisch und scheibenförmig gelagert, wie bei Salmo rhombeus, bald schneckenförmig, wie bei Polypterus, bald in Klumpen, wie bei Cyclopterus lumpus. Solche knäuelförmige Windungen wer-
k. den endlich bei den Vögeln und Mammalien herrschend. k) Die Messungen haben gezeigt, daß, wenn auch im Ganzen genommen die Länge des Verdauungsorgans in der Thierreihe aufwärts zunimmt, die Mannichfaltigkeit der Verhältnisse und die Zahl der Ausnahmen groß genug ist, um die Regel fast aufzuheben. Nimmt man die Länge des Leibes als 1 an, so ist die des Darmcanals bei einigen Anneliden, z. B. Thalassema, 6, bei einigen Fischen, z. B. Chromis, 5, bei einigen Vögeln, z. B. Mormon fratercula, und beim Zibetthiere 3. Sie beträgt im Ganzen mehr bei Pflanzenfressern, aber bei den Einhufern nur 8, bei den fleischfressenden Cetaceen dagegen 12, und variirt bei den Wiederkäuern zwischen 11 (beim Hirsche) und 22 (beim Rinde), bei den Nagern zwischen 5 (bei Ondatra) und 17 (beim Aguti). Sie beträgt bei den Loris 3, beim Menschen 6, bei den Pavianen 8.

§. 920. Die Qualität äußert sich an dem Verdauungsorgane in der Beschaffenheit der Bildung an den verschiedenen Puncten seiner Ausdehnung. Das Princip ihrer Entwickelung besteht darin, daß anfangs die Bildung überall sich gleich ist, und dann ungleich wird; daß die an einander gränzenden ungleichartigen Theile auf einer niedern Stufe unmerklich in einander übergehen, und auf einer höhern schärfer von einander gesondert werden; und daß in aufsteigender Stufenreihe die Zahl der gleichartigen Theile abnimmt und die der ungleichartigen sich mehrt. Die qualitative Verschiedenheit betrifft entweder die Länge des Verdauungsorgans, oder seine Breite (§. 921 fg.). In ersterer Hinsicht steht A) das Verhältniß der Öffnung oben an. a) Bei einigen niedern Thieren stellt das Verdauungsorgan einen Canal dar, der nach innen blind endigt, und nach außen nur eine, oder mehrere, aber gleichartige Öffnungen hat. Eine solche Öffnung ist indifferent, indem sie sowohl ingestiv als auch egestiv wirkt, und wird nur a potiori Mund genannt. Bei einigen Insecten kommt im Larvenzustande und bei allen höhern Thieren in einer frühern Periode des Embryonenlebens ein in der Bildung ähnliches, in der Lebensthätigkeit aber verschiedenes Verhältniß vor, indem der Mund die einzige Öffnung des Verdauungscanals ist, aber nicht zur Ausführung des Überrestes von Nahrungsmitteln dient. Jene während des ganzen Lebens bestehende Form ist den Monaden, Blasenwürmern, Bandwürmern, Saugwürmern, Actinien, Asterien, so wie den meisten Polypen und Quallen eigen. b) Bei Thieren, deren Verdauungsorgan überhaupt oder in seinem Anhange gefäßartig ist, finden sich zuweilen außer dem Munde noch mehrere Öffnungen, namentlich bei einigen Saugwürmern und Medusen; da aber diese Thiere die unverdaulichen, gröbern Überreste ihrer Nahrung offenbar durch den Mund ausstoßen, so ist es zweifelhaft, ob solche Öffnungen wirkliche After sind oder nur zur Ausführung secernirter Säfte dienen. So ist es auch ungewiß, ob der bei einigen Rippenquallen, z. B. Beroe, aus der Verdauungshöhle nach hinten gehende und daselbst sich öffnende Canal, nicht bloß zum Durchströmen des Wassers dient. Bestimmter scheinen bei den Spongien die größern Öffnungen der anastomosirenden

A.

a.

b.

Verdauungscanäle zum Ausstoßen von Koth zu dienen. Wo der Verdauungscanal den Leib durchbricht und einen Durchgang durch denselben bildet, tritt der Gegensatz auf zwischen dem ingestiven, mehr auf das animale Leben, namentlich auf Empfindung bezogenen und mit Sinnesorganen in näherer Verbindung stehenden Munde, und dem egestiven After, der verhältnißmäßig mehr reine Bewegungskraft besitzt, und in der Nähe anderer egestiver, so wie auf Bewegung oder Mechanismus sich beziehender Organe liegt. Er mündet aber auf einer niedern Stufe noch gemeinschaftlich mit dem Munde, wie unter den Infusorien bei den Vorticellen in einer und derselben Grube, oder bei den Salpen in der gemeinschaftlichen Mund- und Athmungshöhle (§. 966. a). Wie diese Form durch einen kreisförmigen Verlauf des Verdauungscanals zu Stande kommt, so findet ein ähnliches Verhältniß Statt, wo der After unfern des Mundes liegt, wie zunächst unter den Polypen bei Flustra; dann am Halse bei den meisten Gasteropoden, und einigen Anneliden, z. B. Sipunculus; ferner an derselben untern Fläche, wie unter den Infusorien bei Paramecien, oder an der hintern Fläche bei unten liegendem Munde, wie bei andern Infusorien, z. B. Bursarien, oder umgekehrt an der untern Fläche bei vorn liegendem Munde, wie bei Schollen und andern Fischen, wo der Schwanz als Fortsetzung der Wirbelsäule der Rumpfhöhle keinen Raum gestattet, sich nach hinten auszubreiten. Am bestimmtesten spricht sich, besonders bei cylindrischer Form des Rumpfs, der Gegensatz aus, wo der After am hintern, wie der Mund am vordern Ende des Körpers liegt, wie dies schon bei einigen Infusorien, z. B. den Räderthieren, einigen Polypen, z. B. Tubularien, Acephalen, z. B. Pyrosoma, vorkommt, den Nematoideen, den meisten Anneliden, den eigentlichen Gliederthieren, Fischen und Amphibien, ohne Ausnahme aber den drei höhern Classen der Wirbelthiere eigen ist. Wie wenig aber das Lagenverhältniß mit der übrigen Organisation in einem wesentlichen Verhältnisse steht, zeigt das Beispiel der Seeigel, deren Mund in der Mitte der untern Fläche, der After aber bei Scutella in dessen Nähe, bei Spalangus am Rande, und bei Echinus

B. in der Mitte der obern Fläche steht. B) Das Verdauungsorgan

zerfällt in Abtheilungen, indem es an einzelnen Stellen seiner Länge eine bemerkliche Veränderung seines Durchmessers erfährt, namentlich Erweiterungen bildet, in welchen die aufgenommenen Nahrungsmittel sich sammeln und längere Zeit verweilen können. Vervollständigt wird eine solche Abtheilung dadurch, daß an der Gränze einer engern und weitern Strecke eine klappenförmige Einschnürung sich findet; daß ferner das Gewebe einen andern Charakter annimmt, eigene Secretionsorgane einmünden und der Antheil an der Verdauung besonders sich artet; daß endlich auch die Richtung sich ändert, und das eine Stück mit dem andern einen Winkel bildet. Diese verschiedenen Merkmale kommen aber nur auf den höhern Stufen der Thierreihe vereint vor, und sind besonders bei den Wirbellosen so vereinzelt, daß es mißlich ist, die einzelnen Abtheilungen hier nach der Analogie der Wirbelthiere zu bestimmen; denn, abgesehen von der Zweideutigkeit des Durchmessers und der Seltenheit der Klappen, ist selbst die Einmündung der Secretionsorgane und die Besonderheit der Function nicht an eine bestimmte Abtheilung gebunden: die Leber z. B. mündet bei den meisten Gasteropoden in den Magen, bei einigen in den Darm, und bei andern selbst in die Speiseröhre, bei den Insecten bildet sich der Chylus schon in der cylindrischen Erweiterung des Verdauungscanals, die wir als Magen anerkennen müssen, weil, wenn man sie für ein Duodenum halten wollte, manchen Insecten der Magen ganz fehlen würde. Und wiewohl im Ganzen genommen die nicht in der Länge des Verdauungscanals gelegenen, sondern seitlich von ihm ausgehenden, also nicht zur nothwendigen Bahn der Nahrungsmittel gehörigen Erweiterungen und Verengerungen (§. 922.) nur als Anhängsel zu betrachten sind, so nähern sie sich doch bisweilen den Abtheilungen und gehen in sie über, so daß die Gränze zwischen beiden unsicher wird. c) Ohne alle deutliche und bestimmte Abtheilung erscheint der Verdauungscanal unter den Thieren ohne After als ein gleichförmiger Schlauch bei den meisten Polypen, wenn auch bei einigen, z. B. Pennatula, sein verengerter Eingang eine Speiseröhre andeutet; oder als ein gleichförmiges Gefäß, wie bei den Bandwürmern, wo er bei einigen an den einzelnen Gliedern Er-

c.

weiterungen bildet, die als Rudimente von mehrfachen Magen angesehen werden könnten. Unter den wirbellosen Thieren mit After ist das Verdauungsorgan häufig ein gleichförmiger Canal: so unter den Infusorien bei Vorticellen und andern, die wegen der mehrfachen Anhänge (§. 922. A) zu den polygastrischen (§. 919. d) gezählt werden, unter den Echinodermen bei Echinus, unter den Acephalen bei Salpa, unter den Brachiopoden bei Lingula, unter den Nematoideen bei Filaria, unter den Anneliden bei Nereis, unter den Arachniden beim Scorpion, unter den Crustaceen bei Oniscus. Unter den Wirbelthieren kommt solche Gleichförmigkeit noch bei mehrern Fischen, z. B. Cobitis, und im Ganzen genommen bei den Schlangen vor. d) Zuerst scheidet sich das Verdauungsorgan in einen leitenden Canal, der nach Maaßgabe der Consistenz der Nahrung Saugeröhre oder Speiseröhre ist, und ein in Form einer Blase oder eines Sackes erweitertes blindes Ende, in welchem die Verdauung vor sich geht, und welches man Magen nennt. Dies ist der Fall bei den Blasenwürmern, wo die leitenden Canäle Saugröhren sind und in die als Magen zu betrachtende Leibeshöhle münden; bei den Monaden, wo die in der Mundhöhle ihren Anfang nehmenden Speiseröhren in eben so viele Magensäcke übergehen; bei den Actinien und Asterien, wo nur eine einzige kurze Speiseröhre mit dem sackförmigen Magen endet; und bei den meisten Quallen, wo letzterer den Boden bald von mehrern Saugröhren, bald von einer einzigen Speiseröhre bildet. e) Wo ein After vorhanden ist, kommt ein Darm hinzu. Der Magen nämlich, als diejenige Erweiterung, welche durch ihre Geräumigkeit sich auszeichnet, und in welcher die Nahrungsmittel mehr oder weniger von ihrem eigenthümlichen Charakter verlieren, scheidet das Verdauungsorgan in zwei cylindrische Theile: die nach dem Munde zu liegende Speise- oder Saugeröhre, in welcher die Nahrungsmittel schneller durchgeführt und in ihrem Aussehen nicht wesentlich verändert werden, und den nach dem After führenden, die Umwandlung der Nahrungsmittel fortsetzenden Darm. Wo letzterer in seiner ganzen Länge nach gleichförmig ist, erscheint diese Form am reinsten: so z. B. unter den Infusorien bei einigen Räderthieren, unter den Echinodermen bei Holothurien, unter den Nematoideen bei Asca-

ris, unter den Anneliden bei Lumbricus, ferner bei den meisten Mollusken und Crustaceen, und einigen Insecten; endlich bei mehrern Fischen, z. B. Silurus, unter den Batrachiern bei Siren, unter den Schildkröten bei Emys, und unter den Säugethieren bei den fleischfressenden Cetaceen, den meisten Fledermäusen, Manis und Bradypus. f) Auf einer höhern Stufe kommt endlich noch eine Theilung des Darms hinzu, so daß bei einer schärfern Begränzung des Magens das Verdauungsorgan in drei Abschnitte zerfällt. Nimmt man die Veränderungen des Durchmessers als Theilungsprincip an, so beginnt jeder Abschnitt mit einer Erweiterung, und der erste begreift Mundhöhle und Speiseröhre, der zweite Magen und Dünndarm, der dritte Blinddarm und Dickdarm; und diese Ansicht bestätigt sich besonders dadurch, daß sie die Theile, in welchen die Verdauung ihren eigentlichen Sitz hat, im zweiten Abschnitte zusammenstellt. Indessen ist die Veränderung des Durchmessers weniger bezeichnend, als die Scheidung durch Klappen. Hiernach erkennen wir mit Rathke einen ersten Abschnitt an, der als Munddarm den Magen mit in sich begreift und von den Lippen bis zur Pförtnerklappe reicht; darauf folgt der Mitteldarm, der zwischen der Pförtnerklappe und der Grimmdarmklappe liegt; von letzterer aber bis zum After reicht der Afterdarm. Die Verdauung wird im Munddarme stufenweise vorbereitet (denn eine andere Function kommt dem Magen nicht zu), im Mitteldarme ganz eigentlich zu Stande gebracht und im Afterdarme beendigt. Der Munddarm in seiner ganzen Ausdehnung hat die meisten Nerven, und zwar Hirnnerven, und steht dadurch mit dem Gesammtleben, vorzüglich aber mit dessen animaler Seite, in der innigsten Beziehung; der Mitteldarm hat nur Rumpfnerven, ist dagegen an Blutgefäßen am reichsten, und zeigt die pflanzliche Lebensthätigkeit am reinsten; im Afterdarme nimmt dies Verhältniß allmählig ab, bis gegen sein Ende hin Nerven vom Endtheile des Rückenmarks hinzutreten und die Bewegungskraft zur Egestion vorherrscht. Jedem Abschnitte ist in seinem Anfange ein Secretionsorgan beigegeben: dem Munddarme der Kreis der Speicheldrüsen, dem Mitteldarme das Pankreas, dem Afterdarme der Wurmfortsatz. Außerdem verbindet sich mit jedem

Abschnitte ein zur gesammten Blutbildung in näherer Beziehung stehendes Organ: mit dem Mundbarme das Athmungsorgan; mit dem Mitteldarme die Leber, deren Ausscheidungsproduct mit auf die Verdauung einwirkt; mit dem Afterdarme die Harn- und Zeugungsorgane. Beim Menschen ist das Verhältniß ungefähr so, daß, wenn die Länge des Mundbarms als 1 angenommen wird, die des Mitteldarms 8, und die des Afterdarms 2 beträgt. — Der Magen ist auf den niedern Stufen nur eine erweiterte Stelle des Verdauungscanals; und so ist er auch bei den meisten Fischen noch cylindrisch und besonders nur durch die Beschaffenheit seines Gewebes von der Speiseröhre verschieden; doch erlangt er bei einigen schon eine seitliche Erweiterung oder einen sogenannten blinden Sack. Im Ganzen genommen ist er erst bei Vögeln und Mammalien bestimmter gegen die Speiseröhre abgegränzt, so daß er hier immer mehr einen rechten Winkel mit derselben bildet. Das Endstück des Darms ist schon bei einigen Anneliden und Arachniden, besonders aber bei den meisten Insecten, erweitert, so daß man es als Afterdarm vom Mitteldarme unterscheiden kann. Bei den Insecten ist dieses Endstück gewöhnlich sehr kurz, bisweilen durch eine Einschnürung vom Mitteldarme abgegränzt, oder auch durch ein längeres, mäßig erweitertes Anfangsstück (einen sogenannten Grimmdarm) mittelbar mit ihm zusammenhängend. Die Scheidung des Afterdarms wird bei Fischen meist nur durch Erweiterung bezeichnet. Das Verhältniß der Länge beider Abschnitte des Darms ist zu schwankend, als daß einiges Gewicht darauf zu legen wäre: so ist der Dickdarm beim dreizehigen Strauße fünfmahl kürzer als der Dünndarm, beim zweizehigen aber länger als dieser; er ist bei den Rindern fünfmahl kürzer, beim Kameele aber beinahe eben so lang als der Dünndarm; beim Nilpferde ist er zwölfmahl kürzer, beim Daman aber von ziemlich gleicher Länge u. s. w. C) Noch ist die Vervielfachung des Magens zu erwähnen, bei welcher die der Länge nach auf einander folgenden mehrfachen Magen von der Theilung eines einigen in verschiedne Kammern zu unterscheiden sind. Eine Andeutung mehrfacher Magen findet sich bei einigen Infusorien, wo der Verdauungscanal abwechselnd erweitert und verengt ist, z. B. bei Stentor,

C.

und bei einigen Anneliden, z. B. Blutegeln, wo das erweiterte Stück durch Einschnürungen in mehrere auf einander folgende Zellen getheilt ist; bei den Scheibenquallen hingegen geht die gemeinsame Magenhöhle in verschiedene Kammern aus. Bei manchen Thieren folgt auf einen dünnhäutigen, mehr secernirenden Magen ein mehr musculöser, mit schwieligem Epithelium oder zahnartigen Theilen: so bei mehrern Gasteropoden, z. B. Aplysien, wo der mit zahnartigen Theilen bewaffnete zweite Magen wiederum in einen musculösen und einen dünnhäutigen Theil zerfällt; bei einigen Anneliden, z. B. Amphitriten, und bei den Vögeln mit Ausnahme der Raubvögel, am stärksten aber entwickelt bei den körnerfressenden Vögeln. Umgekehrt folgt bei andern Thieren auf einen musculösen, zum Theil bewaffneten Magen einer, in welchem die Schleimhaut und deren Secretion überwiegt. Dies ist der Fall unter den Mollusken bei den Cephalopoden, unter den Insecten bei den harte Nahrung zu sich nehmenden Orthopteren, Neuropteren und Raubkäfern. Dahin gehören ferner unter den Säugethieren die fleischfressenden Cetaceen und die Wiederkauer, wo der mit einer dickern Muskelhaut und stärkerem Epithelium versehene Magen sich wiederum theilt. Bei den letztern namentlich zerfällt dieser erste Magen in drei Abtheilungen, welche sämmtlich mit der Speiseröhre in offenem Zusammenhange stehen: den Pansen (Wanst), der nur mit Papillen versehen ist; den Netzmagen (Haube), an welchem hereinragende, sich durchkreuzende, niedrige Falten ein Netz mit vieleckigen Maschen darstellen; und den Blättermagen (Buch, Psalter, Löser), dessen breitere Falten einander parallel liegen, und welcher in den eigentlichen zweiten Magen, den Labmagen, führt, dessen Schleimhaut von solchen Einstülpungen frei ist. Endlich zeigt sich noch der Gegensatz zwischen dem Mundtheile und dem Pförtnertheile in einer leichten Einschnürung dazwischen, wie bei einigen Nagern, oder darin, daß z. B. beim Pferde der erstere Theil ein starkes Epithelium, und der letztere eine weiche Schleimhaut hat. Indeß ist der Pförtnertheil meist auch musculöser, so wie gefäßreicher und stärker secernirend.

§. 921. Die qualitative Verschiedenheit des Verdauungsorgans in der Dimension der Breite besteht darin, daß die auf den niedern Stufen glatte Wandung nach innen oder nach außen von der Ebene abweicht. Durch die Einstülpungen wird theils die secernirende, verdauende und einsaugende Fläche vergrößert, so wie in die Masse der aufgenommenen Nahrung eingetaucht und in innigere Berührung mit derselben gebracht, theils eine Abgränzung bewirkt, und der Durchgang der Nahrungsmittel regulirt. a) Die Zotten (§. 785. f. 790. c) sind bei wirbellosen Thieren nicht zu finden, bei Fischen und Amphibien sparsam und klein, bei Vögeln und besonders bei Mammalien zahlreicher und größer: beim Menschen zählt man ihrer auf einen Quadratzoll im Dünndarm ungefähr 4000. Ihre Formen sind sehr verschieden, und wenn auch bei jeder Thiergattung eine Hauptform vorherrscht, so sind doch gewöhnlich noch andere daneben; so finden sich öfters auch Zotten an einer Stelle des Verdauungscanals, wo sie bei nahe verwandten Thieren fehlen. b) Falten kommen schon bei einigen Quallen, Actinien, Mollusken, Nematoideen, Anneliden und Insecten vor; laufen bei den Fischen und zum Theil auch bei den Amphibien meist in der Länge des Verdauungscanals, hin und wieder schräge, so daß sie oft ein Netzwerk bilden, bei einigen auch spiralförmig; bei den Mammalien, namentlich beim Menschen, sind sie in der Speiseröhre longitudinal, im Magen sparsam und unregelmäßig, im Mitteldarme querlaufend, einander parallel und zahlreich, und im Afterdarme sparsamer und kleiner. Die meisten entstehen dadurch, daß das von der Muskelhaut gebildete Rohr nicht denselben Durchmesser wie das der Schleimhaut hat: ist es kürzer, so entstehen Querfalten, ist es enger, so giebt es Längenfalten; einige aber sind einfache Auswüchse der Schleimhaut, die leistenförmig hervorragen. Manche, namentlich die Querfalten, bestehen aus beiden Schichten der Schleimhaut; andere bloß aus der Gefäßschicht oder der sogenannten Zottenhaut. Die Muskelhaut der Speiseröhre und des Magens ist auch im ruhenden Zustande mehr zusammengezogen, als die Größe ihrer Fläche eigentlich beträgt, und bringt dadurch Falten der Schleimhaut hervor, welche bei der Ausdehnung durch Nahrungsmittel

verschwinden. c) Eine Klappe entsteht, wenn eine Falte der Schleimhaut Ringmuskeln enthält. Am weitesten in der Thierreihe verbreitet sind die frei beweglichen Eingangsklappen, die Lippen, und die meist nur eine ringförmige Verengerung darstellende Ausgangsklappe, der After. Die innern Klappen ragen mehr oder weniger schräge in den Verdauungscanal herein, so daß sie die Richtung der in demselben zu bewegenden Nahrungsmittel bestimmen, und finden sich besonders nur auf den höhern Stufen der Thierreihe. Das Gaumensegel ist erst bei dem Menschen vollständig ausgebildet, indem es bei den Affen nur ein kleines, bei den Makis und den übrigen Säugethieren gar kein eigentliches Zäpfchen hat, und bei den Vögeln gänzlich fehlt, wenn man nicht die unbeweglichen Erhöhungen an ihrer hintern Nasenöffnung für ein Rudiment desselben ansehen will. Ein solches ist aber die schmale Falte zwischen Mund- und Rachenhöhle bei mehrern Fischen, und die etwas breitere beim Krokodil. Eben so ist die Pförtnerklappe erst bei den Mammalien vollständiger entwickelt; und eine Klappe zwischen Mitteldarm und Afterdarm, die sogenannte Grimmdarmklappe, ist bei einigen Insecten angedeutet, kommt nur bei wenigen Fischen vor, fehlt ferner bei den meisten Amphibien, so wie auch bei einigen Säugethieren, namentlich fleischfressenden.

§. 922. Bei den Polypen, wo der Verdauungscanal keine von der Leibesmasse verschiedene Wandung hat (§. 918. a), ist die Bildung von Ausstülpungen eine Form der Zeugung: da nämlich das ganze Thier nichts als ein individueller Verdauungscanal ist, so giebt auch jedes Hinausgehen des Letztern über seine Gränzen ein neues Individuum, während es, wo die Verdauung ein eigenes Organ gewonnen hat, als eine Ausstülpung von diesem besteht. Solche Ausstülpungen der Verdauungswand sind fast allgemein, und können entweder als Behälter der Nahrung dienen, indem sie als seitliche Ablenkungen diese aufnehmen und eine Zeit lang zurückhalten, zumahl wenn ihr blindes Ende etwas erweitert ist; oder sie können neben dieser mechanischen Wirkung auch eine umwandelnde Kraft ausüben und eine Vergrößerung der verdauenden Fläche darstellen; oder sie können, wenn sie zu eng sind,

um Nahrung aufzunehmen, eine gleiche Flüssigkeit wie das übrige Verdauungsorgan in dessen Höhle ergießen, also die secernirende Fläche desselben vergrößern; oder eine eigenthümliche Flüssigkeit bilden, mithin ein dem Verdauungscanale beigegebenes besonderes Secretionsorgan abgeben; oder endlich, wenn sie verhältnißmäßig weit durch den Leib sich erstrecken, das Product der Verdauung den verschiedenen zu ernährenden Theilen zuführen. A) Bei den niedern Thieren scheinen sie indifferent zu sein, und mehrere dieser verschiedenen Beziehungen in sich zu vereinigen. a) So mag dies der Fall sein, wo die Ausstülpungen bei einer gewissen Länge oder Mehrzahl einen ähnlichen Durchmesser wie der Verdauungscanal selbst haben. Dieser in seiner gefäßartigen Form schickt bei mehrern Saug- und Hakenwürmern und bei Planarien Zweige nach verschiedenen Richtungen aus, welche sowohl die flüssige Nahrung aufnehmen, als auch den durch die Verdauung gewonnenen Bildungssaft leiten können. Bei Vorticellen und andern polygastrisch genannten Infusorien ist der Verdauungscanal ein Schlauch, der in seiner ganzen Länge mit keulenförmigen Blindsäcken besetzt ist, deren Zahl z. B. bei den Paramecien über hundert steigt. Bei den Actinien hat der Magen eine Menge blinder Anhänge. Von dem Magen der Asterien gehen nach oben mehrere kurze Blindsäcke, seitlich aber fünf Paar Canäle aus, deren jedes in einem Strahle zu zwei Säcken sich erweitert, die in eine Menge seitlich aufsitzender Säckchen sich spalten. Bei vielen Quallen ist der Magen mit einer Menge Blinddärme besetzt, z. B. bei Physalia, oder in breite Säcke auslaufend, z. B. bei Pelagia. So hat er auch bei einigen zusammengesetzten Ascidien blasenförmige Anhänge, schickt bei mehrern Anneliden seitlich eine Menge Blinddärme aus, die z. B. bei Aphrodite ästig und an ihren Enden blasenförmig erweitert sind, und ist bei mehrern Insecten, z. B. bei Raubkäfern, mit vielen kurzen Blinddärmen besetzt. b) Eine andere Form ist gegeben, wo von einer geräumigen Verdauungshöhle engere Canäle ausgehen. So setzt sich bei vielen Polypen, z. B. bei den Sertularien, der Verdauungssack von seinem Boden aus in einen oder mehrere Canäle fort, welche durch alle Zweige des Polypenstocks sich verbreiten und denselben das Ver-

dauungsproduct zuzutheilen scheinen. Bei vielen Quallen giebt der Magen mehrere nach allen Richtungen ausgehende Canäle ab, welche weder ungetheilt verlaufen, wie bei Tinea, oder sich verzweigen, wie bei den Medusen, am Rande der Scheibe durch Anastomosen einen Ring bilden, gemeiniglich auch darüber hinaus in die Fühlfäden sich fortsetzen, und theils das Verdauungsproduct zum Behufe der Nutrition zu leiten, theils die Fühlfäden zu deren Turgescenz und Ausstreckung zu füllen, theils einen hier hervortretenden scharfen Saft zu secerniren scheinen. c) Wie wenig wir aber aus der Form dieser Anhängsel auf eine bestimmte Function derselben zu schließen berechtigt sind, ergiebt sich aus der Verschiedenheit derselben bei übrigens einander ganz nahe stehenden Thieren: während bei den meisten Saugwürmern die Verästelungen den verschiedenen Theilen Bildungssaft zuzuführen scheinen, theilt sich der Verdauungscanal bei einigen Distomen nur in zwei parallele Äste ohne weitere Verzweigung; und während bei der Äquorea enge Canäle vom Magen ausgehen, erstrecken sich bei einigen nahe verwandten Quallen, z. B. Ägina, sackförmige Verlängerungen des Magens bis zum Rande der Scheibe. Dort kann also der Bildungssaft die verschiedenen Theile des Leibes erreichen, auch ohne durch eigene Canäle ihnen näher gebracht zu sein; und hier kann die verdauende sackförmige Ausstülpung eben so wohl als ein enger Canal den Bildungssaft leiten. Zu einer solchen Leitung scheint umgekehrt die Verzweigung des Verdauungscanals bei den Planarien nicht nöthig zu sein, da hierzu Blutgefäße vorhanden sind. Bei den Rhizostomen nimmt jeder mit einer offenen Mündung beginnende Canal des Stiels während seines Verlaufs noch mehrere Seitenzweige auf, und es fragt sich, ob diese ebenfalls einsaugen, oder eine in ihnen secernirte Flüssigkeit zuführen. Man ist geneigt, Anhängsel der Verdauungsorgane als Secretionsorgane zu betrachten und nach der Stelle ihrer Mündung als bestimmte Analoga von Organen höherer Thiere zu bezeichnen, ohne daß ihr Inhalt dazu berechtigt; die Blinddärme am Magen mehrerer Insecten werden für das Analogon des Pankreas gehalten, nehmen aber auch Speisebrei auf. Wenn aber auch genauere Beobachtungen Manches in diesem Gebiete noch

aufklären können, so scheint doch so viel gewiß, daß die verschiedenen Functionen hier nicht so scharf zu sondern sind, wie bei
B. den höhern Thieren. B) Hier erscheinen am Anfange der Ver-
d. dauungsorgane Ausstülpungen als bloße Nahrungsbehälter d) seitlich in den Backentaschen bei mehrern Affen, Pavianen, Meerkatzen und Nagern, bestimmt, aufgeraffte Nahrungsmittel bis zu gelegener Zeit aufzubewahren oder in Magazine einzutragen, und
e. zu ihrer Entleerung mit eigenen Hautmuskeln versehen; und e) in dem unpaarigen Kehlsacke einiger Vögel, namentlich des Pelikans, der, vom Unterkiefer herabhängend, von den verschlungenen Nahrungsmitteln bedeutend ausgedehnt, und durch einen eigenen Muskel, unterstützt von einem an dessen äußerer Fläche liegenden
C. elastischen Gewebe, entleert wird. C) Zur Verdauung dienende
f. Ausstülpungen sind f) diejenigen, welche die Nahrungsmittel dazu vorbereiten und an der Speiseröhre ihren Sitz haben. Ein solcher Kropf ist der Mehrzahl der Vögel gemein, bei den körnerfressenden vorzüglich entwickelt, liegt am untern Theile des Halses und secernirt eine Flüssigkeit, in welcher die aufgenommene Nahrung erweicht wird und aufquillt. Bei den Tagraubvögeln bildet er mehr eine erweiterte Stelle der Speiseröhre als eine wirkliche Ausstülpung; und ein gleicher Übergang der einen Form in die andere findet sich bei den wirbellosen Thieren, als den Cephalopoden und mehrern, besonders harte Nahrungsmittel genießenden Insecten, wo er eine scharfe Flüssigkeit secernirt, zum Theil auch
g. mit zahnartigen Theilen versehen ist. g) Ein Blinddarm am Anfange des Afterdarms kommt unter den wirbellosen Thieren nur bei sehr wenigen Insecten vor, ist auch noch bei den Fischen selten, und findet sich erst bei den Amphibien häufiger. Bei den Vögeln ist es schon eine Ausnahme von der Regel, wenn er, wie bei einigen Kletterern, fehlt; gemeiniglich ist er doppelt, nicht selten, namentlich bei Pflanzenfressern, bedeutend lang; der am Mitteldarme öfters vorkommende Anhang (Divertikel) unterscheidet sich dadurch, daß er gewöhnlich keinen Speisebrei aufnimmt und ist ein Überbleibsel des Darmblasenganges. In der Classe der Säugethiere fehlt der Blinddarm bei den fleischfressenden Cetaceen, einigen Fledermäusen, Nagern und Fleischfressern; dagegen ist er

bei Wiederkäuern, Einhufern und den meisten Nagern sehr groß, so daß er zum Theil durch die ganze Länge der Bauchhöhle sich erstreckt und den Magen an Geräumigkeit übertrifft; auch kommt er bei einzelnen Sippen von Zahnlosen, Nagern, Beutelthieren und Dickhäutern doppelt vor. Übrigens zeigt sich auch hier die Verschiedenheit der Bildung bei nahe verwandten Thieren: so ist der Blinddarm bei einigen Fledermäusen von bedeutender Größe, während er bei andern gänzlich fehlt; bei mehrern Sauriern findet er sich neben einer Klappe, bei andern ohne eine solche, und bei noch andern fehlt er, während eine Klappe vorhanden ist. D) Der Verdauungscanal gehört zu den bipolaren Organen der Plasticität (§. 790. a): indem er die fremde Materie umwandelt, aneignet und zur Aufnahme ins Blut geschickt macht, stößt er das der Aneignung Widerstrebende aus, und giebt zugleich den Heerd für eine reichliche Ausscheidung aus dem Blute ab. Die hier secernirte Flüssigkeit wirkt theils mechanisch, die Bewegung und Einsaugung fördernd, theils dynamisch den Verdauungscanal zu lebhafterer Thätigkeit erregend, theils chemisch in die Nahrungsmittel eingreifend zum unmittelbaren Behufe der Verdauung; theils besteht sie aus Stoffen, die dem Organismus entfremdet sind, so daß das Verdauungsorgan ihnen als Abzugscanal dient. h) Die in der Substanz des Letztern selbst enthaltenen Secretionsorgane sind die Schleimgruben (§. 785. g. 790. c), welche entweder einfache Vertiefungen, oder Beutelchen, oder Röhrchen sind, oder durch Verästelung eine drüsige Form annehmen, zum Theil auch, wie Böhm (Nr. 744) an den Peyerschen Drüsen entdeckt hat, keine einfache centrale, sondern mehrere am Umkreise im Ringe stehende Mündungen haben; sie stehen bald einzeln, bald in dichten Haufen, und bilden dann plattenförmige Verdickungen der Schleimhaut, indem sie bei größerer Länge den Durchmesser derselben verstärken. Die einfachern breitern Schleimgruben bezeichnen eine vorherrschende Excretion, und stehen insofern in umgekehrtem Verhältnisse zu den Zotten, als Einstülpungen, welche bei überwiegender Aneignung zahlreicher sind. i) Eine weitere Entwickelung dieser Krypten giebt die mit dem Verdauungscanale nur durch ihre Mündung zusammenhängenden Secretionsorgane. Die

D.

h.

i.

einfachste Form stellt der nur dem Menschen und den ihm am meisten ähnelnden Affen eigene Wurmfortsatz dar, der, ohne Speisebrei aufzunehmen, durch sein in den Blinddarm tretendes Secret zur Verdauung mitwirkt, indem er, in seiner Qualität der übrigen Schleimhaut ganz gleich, nur zur Vergrößerung der secernirenden Fläche dient. Eine Übersicht der verschiedenen Formen, unter welchen die übrigen dem Verdauungscanale beigegebenen Secretionsorgane in der Thierreihe auftreten, haben wir bereits

E. (§. 804. b—f) gegeben. E) Eben so sind auch die verschiedenen Arten, wie die durch die Verdauung gebildete Flüssigkeit als Bildungsstoff zu den übrigen Organen gelangt, erwähnt worden

k. (§. 661. 693). k) Auf der untersten Stufe sind keine besondern Wege dazu vorhanden, sondern die Flüssigkeit schwitzt durch die Wandung des Verdauungsorgans, bildet sich dabei weiter aus, und verbreitet sich dann durch Tränkung im übrigen Gewebe ohne

l. Unterschied (§. 661. d. 693. A). l) Hierauf bilden die gefäßartigen Fortsetzungen des Verdauungsorgans (oben b. c) wenigstens zum Theil die Leiter des Verdauungsproducts (§. 661. c. 693. B).

m. m) Bei einer weitern Entwickelung scheiden sich eigene Leiter, die Blutgefäße, vom Verdauungsorgane ab, und empfangen von diesem nur die durch dessen geschloßne Wandung gedrungene und eben so eingesogene Flüssigkeit (§. 661. b. 693. C—F). Während bei Echinodermen, Mollusken u. s. w. die Wurzelzweige der Blutgefäße am Verdauungscanale angeheftet sind, liegt bei den Insecten nur ihr dem Herzen analoger Stamm, das Rückengefäß, an demselben an. Der Chylus wird von dem zwischen der Schleimhaut und der Muskelhaut liegenden, als eine flockige Masse erscheinenden Zellgewebe eingesogen, so daß dies davon anschwillt; er stockt daselbst eine Zeit lang, bis er unter dem Drucke der Muskelhaut durch diese hervor und in die Leibeshöhle dringt. Hier gelangt er zunächst in den sogenannten Fettkörper, der als eine Masse von Körnchen und Fasern den Verdauungscanal umgiebt, und in welchem der abgelagerte Chylus unter dem Einflusse der durch Tracheen zugeführten Luft in Blut umgewandelt zu werden scheint, welches endlich vom Rückengefäße eingesogen wird. Während des Puppenzustandes schrumpft der Fettkörper allmählig

ein, indem der darin angesammelte Chylus, meist unmittelbar und ohne zuvor in Blut verwandelt worden zu sein, zu weiterer Entwickelung der verschiedenen Organe verwendet wird. Ob dem Fettkörper durch Ausstülpungen des Verdauungscanals Chylus zugeführt wird, und ob er als Analogon der Leber eine secernirte Flüssigkeit dahin abgiebt, bleibt zweifelhaft. n) Bei den Wirbelthieren endlich scheiden sich die für eine rein centripetale Richtung und Aufsaugung bestimmten Lymphgefäße von den ihren Inhalt im Kreise bewegenden Blutgefäßen ab, so daß die drei Stufen des Verdauungsproductes, Chymus, Chylus und Blut, in eben so vielen verschiedenen Canälen enthalten sind, und der Verdauungscanal den Namen der ersten Wege verdient (§. 661. a) n.

Verdauungsbewegung.

§. 923. Bewegung muß der Verdauung zu Hülfe kommen, zunächst um die Nahrungsmittel mit der verdauenden Oberfläche in Berührung zu bringen und den unverdaulichen Theil derselben sammt den secernirten Auswurfstoffen auszustoßen; dann um die Nahrungsmittel auf mechanische Weise zu verändern, zum Behufe ihrer Verdauung zu zerkleinern und untereinander, so wie mit den Verdauungssäften zu mengen; endlich um durch mechanische Agitation die lebendige Thätigkeit anzuregen und sowohl die Secretion als auch die Einsaugung zu befördern. Das Verdauungsorgan zeigt schon bei den einfachsten Thieren, z. B. bei den Polypen (Nr. 136. S. 168. 290), eine auf seine Function bezügliche Bewegung, die hier von der Leibeswand bewirkt wird, und mit der allgemeinen und willkührlichen Bewegung des Thiers zusammenfällt. Bei allen übrigen Thieren ist dies geschieden. Wie hier an der innern Fläche der äußern Haut Muskeln liegen, so lagern sich auch welche, um solche Bewegung zu bewirken, an die äußere Fläche der Schleimhaut der Verdauungsorgane, und zwar A) so weit letztere durch Entfernung von der Leibeswand eine gewisse Selbstständigkeit erlangen, unwillkührliche oder plastische Muskeln (§. 793. m. r). Eine solche von der Schleimhaut verschiedene Muskelhaut erkennt man schon bei den Actinien, A.

Echinodermen, Mollusken und sämmtlichen Gliederthieren, selbst bei Filarien unter den Entozoen. So erstreckt sie sich auch, wiewohl in ungleicher Vertheilung, über die ganze Länge des Verdauungsorgans, und wenn sie bei Thieren der untern Ordnungen nicht an allen Stellen desselben zu erkennen ist, so rührt dies wohl nur von der niedern Stufe ihrer Entwickelung im Vergleiche mit den willkührlichen Muskeln her.

a. a) Sie verengt durch die natürliche Länge ihrer Fasern auch im ruhenden Zustande die Stellen des Verdauungscanals, die zu einem schnellen Durchgange der Nahrungsmittel bestimmt sind, und läßt dagegen, wo letztere länger verweilen sollen, eine freiere Öffnung. Hier ist nun der Canal bei reger Lebendigkeit auch im leeren Zustande durch Turgescenz in gewissem Maaße ausgedehnt, indem theils der stärkere Zufluß von Blut die Gefäße füllt und dadurch das Gewebe spannt, theils auch die Substanz der Wandung durch größere Derbheit ein Zusammenfallen verhütet. Eine lebendige Expansibilität, wie im Herzen, in dieser Muskelhaut mit Piorry (Nr. 171. XL. p. 464) anzunehmen, ist kein hinreichender Grund vorhanden, zumahl da hier bei Abwesenheit von Reizen weniger als im Herzen (§. 717. B) eine selbstständige, rhythmische Thätigkeit sich äußert. Die Reizung der Schleimhaut und die Erweiterung des Canals durch Nahrungsmittel oder Luft oder ergoßne secernirte Flüssigkeit bestimmt die Muskelhaut zur Zusammenziehung.

b. b) Die Bewegung trägt aber den Charakter des Wechsels. Denn erstlich erscheint sie wellenförmig, gleich dem Kriechen eines Wurms, d. h. sie pflanzt sich über die verschiedenen Theile in derselben Ordnung, in welcher sie an einander gränzen, fort, so daß Verengerungen und Erweiterungen, Verkürzungen und Verlängerungen gleichzeitig neben einander Statt finden. Zweitens ist der ganze Verdauungscanal nie gleichzeitig in Bewegung, sondern einzelne Strecken lösen sich wechselsweise ab.

c. c) Die der Schleimhaut zunächst liegenden Ringfasern sind meist stärker, lassen schon vermöge ihrer natürlichen Länge den Verdauungscanal nicht über einen gewissen Punct hinaus erweitern, verengern ihn durch ihre Thätigkeit, und treiben dessen Inhalt in die nächste Stelle, die ihm bei der Ruhe ihrer Ringfasern hinlänglichen Raum darbietet,

bis sie durch ihn ebenfalls zu Verengerung angeregt wird und dadurch sich seiner entledigt. Die gemeiniglich nach außen, meist nur in einzelnen Bündeln gelagerten, also nicht den ganzen Canal umfassenden Längenfasern beschränken dessen Verlängerung durch ihre natürliche Länge, und verkürzen ihn bei ihrer Zusammenziehung so, daß sein Inhalt früher zu einem entfernten Puncte gelangt oder einen kürzern Weg zu durchlaufen hat. Haben nun die Ringfasern durch ihre Thätigkeit eine Stelle verengt, so finden die Längenfasern der angränzenden Stelle einen festen Punct in ihnen, und ziehen den weiter abwärts gelegenen Theil gegen den obern hin. Hiernach folgen dann verkürzte Ringfasern und verkürzte Längenfasern dem Raume wie der Zeit nach wechselsweise auf einander. An und für sich können die Längenfasern keine Erweiterung bewirken; sie vermögen dies aber, wo ihre Thätigkeit über eine durch Ringfasern verengte Stelle, namentlich über eine Klappe, hinaus sich erstreckt: indem sie über diese Stelle hinweg sich anspannen, so daß sie in ihrer ganzen Länge mehr in einer Ebne zu liegen kommen, ziehen sie die Ringfasern nach außen und erweitern dadurch den Canal. d) Daß der Verdauungscanal seinen Inhalt abwechselnd aufwärts und abwärts treibt, hat man eben so wohl auf den untersten Stufen der Thierreihe, z. B. bei Polypen (Nr. 136. S. 168), Saugwürmern (Nr. 134. p. 15) u. s. w., als auf den höchsten erkannt, wie denn die Bewegungskraft des Fruchthälters auf ähnliche Weise auf den Embryo wirkt (§. 484. d), und es in einem allgemeinern Sinne ein Gesetz des Lebens ist, daß vorschreitende und rückgängige Bewegungen stets mit einander wechseln. Die hierdurch bewirkte Verzögerung des Durchgangs durch den Verdauungscanal ist nöthig, damit der Nahrung durch vervielfachte und länger fortgesetzte Berührung mit der lebendigen Wandung alle der Aneignung fähige Theile entzogen werden; nothwendig aber muß sie erfolgen, weil durch Verengerung jedes Segments des Canals die darin befindliche Nahrung in zwei Portionen getheilt, und die eine derselben nach unten, die andere aber nach oben getrieben wird. e) Die Richtung nach unten ist aber überwiegend. Dies hängt zuvörderst von dem gegebenen Impulse ab, indem die verschiedenen Puncte des

d.

e.

Verdauungscanals der Reihenfolge nach zur Wirksamkeit angeregt werden: ist eine Strecke mit Nahrung gefüllt worden, so muß das untere Segment, weil es eben jetzt erst durch den Zutritt des fremden Stoffs gereizt wird, stärker wirken und weiter forttreiben, als das obere, welches schon zuvor mit der Nahrung in Berührung gewesen war und dagegen reagirt hatte. Ferner wirkt die im untern Theile erfolgende Entleerung darauf hin: bei Entleerung des Afterdarms finden die Stoffe in diesem mehr Raum und treten leichter nach unten, weshalb denn auch bei dem sogenannten künstlichen After, wo auf widernatürliche Weise eine höhere Stelle des Darms nach außen sich öffnet, die Bewegung von den darüber liegenden Stellen dahin zu sehr verstärkt und eine zu schnelle Ausleerung verursacht wird; der Mitteldarm treibt seinen Inhalt leicht in den weitern und schlaffern Afterdarm, indem die Stellung der Grimmdarmklappe dies gestattet, während die Pförtnerklappe einen Rücktritt erschwert; letztere aber läßt den Austritt aus dem Magen zu, während dessen obere Mündung geschlossen ist. Endlich findet auch im Ganzen genommen an den höher liegenden Theilen eine größere Lebendigkeit Statt; so hat die Mundhöhle durch ihre willkührlichen Muskeln ein entschiedenes Übergewicht über die Speiseröhre, und der Reichthum an Gefäßen und Nerven, so wie die Stärke der Ringfasern ist am Gallendarme größer als am übrigen Mitteldarme, und an diesem größer als am Afterdarme; ist eine Stelle des Darms durch Anwesenheit eines fremdartigen Reizes oder durch Entzündung in einen Zustand erhöhter Lebensthätigkeit versetzt, so treibt sie ihren Inhalt nicht nach dem nächsten in gleichem Zustande begriffenen untern Theile derselben, sondern nach oben, wo die Lebendigkeit nicht gesteigert ist; ist ein Hinderniß, welches eine solche rückgängige Bewegung veranlaßt hat, entfernt, so stellt sich die Bewegung nach unten wieder her, und bei erfolgender Darmausleerung hört das Kothbrechen auf; zuweilen aber wird auch dieses zuerst gestillt und jene danach bewirkt, wenn eine in den Magen gebrachte reizende Substanz, z. B. Crotonöl, den obern Theilen des Verdauungscanals durch Steigerung ihrer Lebensthätigkeit wieder das Übergewicht geschafft hat. Die Darmausleerung wird dadurch gefördert, daß

eine hinlängliche Menge gehöriger Nahrung den Magen und Dünndarm zu lebendiger Thätigkeit anregt; so lange der Speisebrei bei einer Magenfistel durch diese abgeht, wird auch der Koth im Dickdarme nicht ausgeleert (Nr. 197. X. S. 260). Die Schwere ist im Ganzen unwesentlich, jedoch nicht ohne allen Einfluß: so befördert man den Aufenthalt der Speisen im Magen dadurch, daß man auf der linken Seite liegt, und die Zurückhaltung eines Klystiers im Grimmdarme durch Liegen auf der rechten Seite. f) Die Bewegungskraft der Muskelhaut zeigt bei den verschiedenen Thieren eine verschiedene Regsamkeit. Wenn z. B. im Ganzen genommen die Nahrung durch einen kurzen Darmcanal schneller hindurch geht, so verweilt sie doch bei Fischen lange darin, weil seine Bewegung nur träge ist; und während der Speisebrei bei mehrern Insecten geraume Zeit im Mitteldarme auf und ab getrieben wird, entleert sich dieser bei andern so schnell in den Afterdarm, daß man fast nie Speisebrei darin antrifft. Eben so verschieden ist das Verhältniß in den einzelnen Abtheilungen des Verdauungscanals. Da in jeder derselben die Nahrung eine Zeit lang verweilt, bis sie durch eine verengerte Stelle weiter getrieben wird, so erkennen wir drei Stadien: von den Lippen oder dem Gaumensegel bis zur Pförtnerklappe, von dieser bis zur Grimmdarmklappe, und von dieser bis zum Afterschließer, was mit der (§. 920. f) aufgestellten Eintheilung zusammentrifft. Eine sichere Bestimmung des Zeitverhältnisses ist unmöglich; indeß ist es bei Erwägung, daß von der Öffnung einer Klappe bis zur gänzlichen Entleerung der darüber liegenden Abtheilung immer eine gewisse Zeit verstreicht, nicht unwahrscheinlich, daß beim Menschen jedes dieser Stadien ziemlich dieselbe Dauer hat, indem die Nahrung schnell in den Magen gelangt, aber desto länger in ihm verweilt; im Mitteldarme eine lange Strecke zu durchlaufen hat, aber durch dessen überwiegende Ringfasern schneller fortgetrieben wird, und im kürzern, aber weitern und trägern Afterdarme langsamer vorrückt. g) Nach beiden Endpuncten des Verdauungscanals oder gegen seine Peripherie hin mischen sich den zur Muskelhaut gehenden Rumpfnerven Zweige von Hirn- und Rückenmarknerven bei, und die Muskelhaut wird stärker, namentlich in ihren Län-

genfasern, so daß in der Speiseröhre und im Mastdarme mehr Erweiterung und weniger Ausdehnung in die Länge möglich wird. Wenn hier eine Annäherung an die willkührlichen Muskeln erscheint, so zeigt auch die gesammte Muskelhaut in ihren Bewegungen eine gewisse Übereinstimmung: jedes Segment des Darms verschluckt den Speisebrei wie die Speiseröhre den Bissen, und der Mund die Speisen. B) Umgekehrt nehmen die willkührlichen Muskeln, welche an beiden Enden des Verdauungscanals, wo dieser mit der animalen Leibeswand (Haut und Knochen) in nähere Verbindung tritt, an die Schleimhaut sich anlegen, etwas vom Charakter der plastischen Muskeln an. Sie heften sich nämlich nur zum Theil am Knochengerüste an, so daß die übrigen nur mittelbar in demselben ihren Stützpunct finden. Indem sie ferner an Höhlen gelagert sind, fügen sie sich in die Form der plastischen Muskeln, und so unterscheidet man

an	Ringmuskeln	Längenmuskeln
Mundhöhle	Orbicularis oris.	Buccinator u. s. w.
Rachenhöhle	Pharyngopalatinus	Levator und Tensor veli palatini.
	Glossopalatinus.	Azygos · uvulae.
Speiseröhrenkopf	Constrictores pharyngis.	Stylopharyngeus.
		Pharyngopalatinus.
After	Sphincter ani.	Levator ani.
		Transversus perinaei.

Und indem sie beim Kauen die Nahrung wiederholt zwischen die Zähne und zwischen Zunge und Gaumen bringen, wirken sie auf ähnliche Weise wie die den Speisebrei wechselsweise nach oben und nach unten treibende Muskelhaut des Darms.

§. 924. Um die Bewegung zum Behufe der Verdauung möglich, wirksam und unschädlich zu machen, bedarf es gewisser mechanischer Einrichtungen. Dahin gehört A) die Ausrüstung der Schleimhaut mit Schichtgebilden, welche als Schutz und Wehr dienen. a) Das zarte, oberflächliche Gefäßgewebe der Schleimhaut darf eben so wenig als das der äußern Haut nackt mit fremder Substanz in Berührung kommen, und hat daher zu seinem Schutze ein Epithelium (§. 797. y). Dieses ist deutlich und der Epidermis ähnlich an den nach der Peripherie zu liegenden Stellen,

wo die Bewegungskraft vorwaltet und die fremden Stoffe hauptsächlich mechanisch bestimmt werden: also im Anfange der Verdauungsorgane, vom Munde bis zum Magen, wo die fremdartige Natur der Nahrung noch nicht überwunden ist, und im Mastdarme, wo die unassimilirbaren Überreste der Nahrung mit den beigemengten, als Auswurfstoffe dem Organismus entfremdeten Secretionsproducten den Darmkoth bilden, der sich nun gleich einem fremden Körper verhält. Im centralen Theile, als der eigentlichen Werkstätte der Verdauung, wo die Nahrung bereits mehr oder weniger mechanisch verändert und aufgeschlossen, die Wechselwirkung am innigsten, die Aneignung und Einsaugung am stärksten ist, wird dieser isolirende Überzug zarter. Nach Henle (Nr. 746. p. 10) besteht das Epithelium des Magens noch gleich der Epidermis aus unregelmäßigen Platten oder Schildern, deren jedes in der Mitte ein Buckelchen hat; das der Därme hingegen (ebd. p. 13) aus keil= oder zapfenförmigen in der Mitte bauchigen Körperchen, welche senkrecht stehen, so daß die Oberfläche, wo die breitern Enden an einander stoßen, das Ansehen eines Steinpflasters erhält. Ob die Anschwellung in der Mitte wirklich dazu berechtigt, daß man die Theile der Epidermis und des Epitheliums für Zellen, die Kerne enthalten, ansieht, mag dahin gestellt sein. Genug, es sind Schuppen, welche häufig, z. B. nach Böhms (Nr. 745) Entdeckung bei der Cholera in ganzen Massen, vielleicht auch bei jeder Verdauung abgestoßen und wieder ersetzt werden. Deutlicher ist dies bei Insecten und Crustaceen (§. 617. a. 2); wo zum Theil eine fortdauernde Mauser des Darms Statt zu finden scheint, indem Prevost den Darmkoth des Chirocephalus gewöhnlich von einer dünnen Haut eingeschlossen fand (Nr. 269. p. 209). b) Wo eine starke mechanische Einwirkung auf die Nahrungsmittel erforderlich, und daher die Muskelsubstanz bedeutend entwickelt ist, treten die Schichtgebilde in eigenen Formen auf, als schwielige Platten, hornartige Fäden und Spitzen, kalkige oder knochige Platten und Spitzen (§. 808. i — m). Bei niedern Thieren, wo die Functionen weniger geschieden sind und das eigentlich verdauende Organ daher zugleich eine starke mechanische Gewalt ausübt, erstrecken sich diese zu Waffen gewor=

b.

denen Schichtgebilde weiter in die Verdauungshöhle herein, als bei höhern Thieren, wo nur die Peripherie damit ausgerüstet ist.

B. B) Das Verdauungsorgan liegt, namentlich wo es nicht mehrfach, sondern unpaarig, aber auch weder durch die intermediären Organe (§. 918. b) gedrängt, noch vermöge seiner Länge gekrümmt ist, in der Axe des Körpers: bei cylindrischer Körperform in der Längenaxe, bei der Scheiben- oder Kugelform in der Tiefenaxe. Zwischen dem animalen und dem rein pflanzlichen Leben mitten inne stehend, hat es bei den Gliederthieren seine Lage zwischen dem Ganglienstrange und dem Herzen oder Blutgefäßstamme, wie es denn auch bei den Wirbelthieren, wo eine Mannichfaltigkeit der Bildungen an die Stelle der Gleichförmigkeit tritt, noch in einem Theile seiner Länge zwischen der Wirbelsäule und dem Herzen liegt. An seiner äußern Fläche sind nun Theile angeheftet, welche es in seiner Lage erhalten, während sie ihm die zur Verdauung

c. nöthige Bewegung gestatten. c) Auf einer niedern Stufe dienen dazu andere Organe, wie denn das Verdauungsorgan z. B. bei Nematoideen von den Zeugungsorganen und bei Insecten vom

d. Fettkörper umgeben und gehalten wird. d) Dann wird es durch eigene Gebilde an der Leibeswand befestigt. So ist es bei mehrern Anneliden stellenweise eingeschnürt durch Fäden und Muskelbündel, dir sich an der Leibeswand ansetzen und den Raum zwischen beiden in Fächer theilen; bei den Actinien bilden sich auf gleiche Weise intermediäre Fächer; und bei den Crustaceen gehen

e. Muskelbündel vom Magen zum Halsschilde. e) Bei den Echinodermen wird die Befestigung an die Leibeswand durch eine dünne, durchsichtige Membran bewerkstelligt. So wird bei den Asterien jeder Blindsack an der obern Fläche des Strahls, in welchem er liegt, angeheftet; bei den Holothurien erhält diese Membran die Form eines schmalen Gekröses, welches die Gefäße leitet; bei den Echiniden findet sich eine ähnliche Membran, die aber bei Cidaris

f. hart und kalkig sein soll. f) Bei den Wirbelthieren wird die Bauchhöhle von einer serösen Membran, dem Bauchfelle, ausgekleidet, dessen Einstülpungen verschiedene Organe, und namentlich als Gekröse den Darm einschließen, so daß dieser nicht allein an die Leibeswand angeheftet, sondern auch mit andern Organen da-

durch in Verbindung gesetzt wird. Bei vielen Fischen wird der Darmcanal bloß durch reichliches Zellgewebe oder durch einzelne, schmale Streifen des Bauchfells befestigt, oder es bildet sich ein Gekröse, welches aber nicht den ganzen Darm einschließt; erst bei den Amphibien und Vögeln wird es vollständiger. Bei den Säugethieren, wo die Bauchhöhle durch das Zwerchfell vollständig geschieden ist, erreicht auch das Bauchfell seine vollkommene Entwickelung. Es bildet einen geschloßnen Sack, in dessen Einstülpungen die Baucheingeweide mehr oder weniger hereinragen, so daß sie sämmtlich außerhalb des Sackes oder an dessen äußerer Fläche liegen. Das Gekröse verknüpft Magen und Darm mit dem übrigen Organismus: leitet die Gefäße desselben, und bietet ihnen durch seine Breite einen größern Raum dar, so daß das Erzeugniß der Verdauung in ihnen länger verweilen und weiter ausgebildet werden kann; es stellt den Verdauungscanal durch Leitung von Gefäßen und Nerven unter den Einfluß des Gesammtlebens; es gewährt demselben bei der Anfüllung eine größere Ausdehnung, indem es sich etwas entfaltet; es gestattet ihm durch seine Breite eine freie Bewegung, die für die Verdauung nöthig ist, und durch die Schlüpfrigkeit seiner gegen andere Theile des Bauchfells gekehrten Fläche begünstigt wird; es beschränkt endlich diese Bewegung auf einen gewissen Punct, daß sie das Maaß nicht überschreite.

§. 925. Die auf Verdauung sich beziehenden Bewegungen zerfallen in die der Ingestion (§. 925—930), der Digestion (§. 931. 932) und der Egestion (§. 933. 934). Das Ingestionsorgan, namentlich die Mundhöhle, zeigt eine so große Mannichfaltigkeit der Bildung, daß wir einen Blick auf die Hauptformen derselben werfen müssen, bevor wir die Bewegungen selbst betrachten. Die Mundhöhle ist der zur ersten Aufnahme der Nahrung bestimmte Raum, dessen Wandung überall, wo das Verdauungsorgan aus eigenthümlicher Substanz besteht (§. 918. b), von der Schleimhaut und der Leibeswand gemeinschaftlich gebildet wird. Nur auf den höhern Stufen der Thierreihe ist sie geräumiger, besonders wo feste Nahrungsmittel sich länger in ihr aufhalten und zur Verdauung vorbereitet werden sollen; dagegen un=

terscheidet sie sich in ihrem Durchmesser nicht von der Speiseröhre, wo sie bloß als Durchgangspunct flüssiger Nahrungsmittel dient, wie bei den saugenden Insecten, denen man deshalb eine wirkliche

A. Mundhöhle abzusprechen pflegt. A) Was die Substanz ihrer Wandungen betrifft, so giebt die Leibeswand auf einer niedern Stufe, wie bei den meisten Infusorien und Acephalen, mehrern Gasteropoden, Anneliden u. s. w. bloß Haut und Muskeln dazu ab, während sie bei weiterer Entwickelung auch ein Gerüst dazu liefert, den Kiefer. Dieses Gerüst spannt die Wände der Mundhöhle aus, erhält also deren bleibende Form, und dient zur Insertion von Muskeln, so daß die Öffnung und Schließung des Mundes sowohl mit mehr Präcision, als auch mit größerer Kraft vor sich gehe, hierdurch aber das Halten, Töden, Trennen und Kauen der als Nahrung dienenden animalischen oder vegetabilischen Beute möglich wird. — Wie die animale Peripherie zunächst die Organe ringförmig umgebend die Leibeswand bildet (§. 425), dann aber durch Ablösung von derselben zu Gliedmaaßen sich entwickelt (§. 434), so trägt der Kiefer beide Charaktere in sich. Einerseits giebt er die bewegliche Stütze der Mundwand, als eines Theils der Leibeswand, wie er denn bei den Wirbelthieren rippenartig dieselbe umfaßt, und bei einigen Wirbellosen ringförmig eine Stelle des Ingestionsorgans einschließt. Andererseits hat er durch die größere Freiheit seiner willkührlichen Bewegung, noch mehr aber durch seine mechanische Einwirkung auf fremde Substanzen, den Charakter der Gliedmaaßen, und nimmt bei den wirbellosen Thieren auch die Form derselben an, so daß er bei mehrern als das dem Kopfe, namentlich dem Munde, untergeordnete vorderste Fußpaar erscheint, welches z. B. bei den saugenden Insecten im Larvenzustande zum Kauen dient, im vollkommnen Zustande aber als Gliedmaaßen gebraucht wird, und so bei manchen Gliederthieren, z. B. einigen Monoculusarten die Nah-

a. rung erfaßt und zum Munde führt. a) Bei den wirbellosen Thieren ist der Kiefer ein Schichtgebilde und gehört im Ganzen genommen zum Hautgerüste, wenn er zum Theil auch unter der Haut und an der Schleimhaut liegt, und öfters nicht hörnern, sondern kalkig

b. und knochenartig ist. b) Wenn er bei Räderthieren, Echinodermen

und Anneliden vorkommt, liegt er meist weiter nach innen an der Speiseröhre, und bildet oft einen Ring um die Speiseröhre, wie bei den Seeigeln, wo er aus mehrern mit Zähnen versehenen und durch Muskeln beweglichen kalkigen Stücken besteht. Bei einem hörnernen Hautgerüste liegt er dagegen als Theil desselben außerhalb der Mundhöhle oder vor derselben, wenn sie nicht rüsselförmig verlängert ist; hin und wieder erscheinen auch mehr oder weniger bewegliche, besonders am Hautgerüste eingelenkte Hornplatten in Form von Ober- und Unterlippe, wie bei Insecten und Crustaceen, auch bei Arachniden und Cirrhipeden. Ähnliches zeigt sich noch bei den Vögeln, wo der hörnerne Überzug des Kiefers die Stelle der Lippen vertritt, während bei den meisten übrigen Wirbelthieren der Kiefer hinter den Lippen liegt und von ihnen bedeckt wird. c) Bei den wirbellosen Thieren hat er die Form von Gliedmaaßen, besteht also aus paarigen, seitlich einander gegenüber liegenden Bewegungsorganen, welche in der Richtung vom Querdurchmesser des Körpers oder gegen die Mittellinie hin und davon wieder ab sich bewegen und so zusammenwirken. Ein Paar solcher hörnerner oder kalkiger, seitlich beweglicher Kiefer kommt bei einigen Gasteropoden und Anneliden vor. Bei den Insecten, Crustaceen und Arachniden sind vermöge der Vervielfachung der Glieder überhaupt zwei Paar derselben gegeben: ein Paar Vorderkiefer (Oberkiefer, Kinnbacken, Mandibeln), welche besonders mit scharfen Rändern oder Zähnen versehen und zum Zerkleinern der Nahrung bestimmt sind; und ein Paar Hinterkiefer (Unterkiefer, Kinnladen, Maxillen), welche meist den hinter ihnen liegenden, eigentlichen Gliedmaaßen mehr ähneln und zum Theil auch als solche gebraucht werden. Bei der entgegengesetzten Form liegen die zwei zusammen wirkenden Kiefer in der Länge des Körpers und bewegen sich in dieser Richtung. Vorgebildet ist dies in den hörnernen Kiefern der Cephalopoden, die aber nicht am Kopfknorpel eingelenkt, sondern nur an weichen Theilen befestigt sind. Bei den Wirbelthieren ist diese Form weiter entwickelt, so daß die Kiefer mehr den Charakter der Leibeswand annehmen und, während der Oberkiefer durch seine Beziehungen auf den Schädel und auf Geruch- und Gesichtsorgane mannichfaltigere Gestaltungen

c.

annimmt, der Unterkiefer einen einfachern Knochengürtel bildet, der gleich den Rippen abwechselnd nach vorn oder oben und nach hinten oder unten sich bewegt, auch hin und wieder, z. B. beim Walfische, ganz wie eine Rippe gestaltet ist. Nur bei wenigen Säugethieren verwachsen wie bei dem Menschen die ursprünglich getrennten Seitentheile des Unterkiefers in der Mittellinie zu einem einigen Knochen, während sie bei den übrigen nur durch knorplige oder sehnige Masse verbunden sind, so daß sie einigermaaßen den gliederartigen seitlichen Kiefern der Wirbellosen, noch mehr aber den in der Mittellinie nicht unmittelbar zusammen treffenden Rippen ähneln. Bei den drei untern Classen der Wirbelthiere findet theils eine gleiche oder noch stärkere Trennung, oder eine Vereinigung durch ein unpaariges Knochenstück Statt, welches durch seine Übereinstimmung mit dem Brustbeine die Analogie des Kiefers mit den Rippen noch deutlicher darlegt. Übrigens entfernen sich die Kiefer in der aufsteigenden Reihe der Wirbelthiere im Ganzen genommen immer mehr von der Ähnlichkeit der Gliedmaaßen, indem die Zahl der Knochenstücke und der beweglichen Puncte abnimmt. Der Oberkiefer, der bei den Vögeln, einigen Amphibien und selbst bei einigen Fischen in sich beweglich ist, verliert bei den Mammalien solche Verschiebbarkeit, und das als ein eigener Theil desselben noch bei den Säugethieren wie bei den übrigen Classen bestehende Zwischenkieferbein verschwindet erst bei dem Menschen. Der Unterkiefer besteht bei den Fischen, Amphibien und Vögeln noch aus mehr als zwei Knochen, und verbindet sich nur vermittelst des einfachen oder in eine Reihe mehrerer Knochen zerfallenen Quadratbeins mit dem Schädel, indeß bei den Mammalien das Verhältniß vereinfacht und die Bewegung im Kiefergelenke concentrirt ist. Beim Menschen endlich verliert auch der Kiefer seine Ähnlichkeit mit den Gliedmaaßen noch mehr, indem er nicht so lang, vorgestreckt und vorne schmal ist, wie bei den Säugethieren. B) Der Mundhöhle sind bei den meisten Thieren frei hervorragende, zu rein mechanischer Wirkung bestimmte Schichtgebilde beigegeben, welche entweder biegsam oder starr, entweder fadenförmig, oder plattenförmig oder zackig, entweder hornartig oder kalkig, entweder einfache Vorragungen der

verdichteten Oberhaut oder mit epidermatischem Überzuge bekleidete Papillen sind. Diese verschiedenen Formen vertreten einander und gehen in einander über, so daß wir sie hier, wo es nur auf eine allgemeine Übersicht ankommt, nicht zu unterscheiden haben, und sie, namentlich die starren derselben, da der Zahn die vollkommenste und vorherrschende Form darstellt, als zahnartige Theile bezeichnen. Eben so mannichfaltig ist ihre Wirkung: während sie nämlich beim Menschen bloß zur Theilung und Verkleinerung der festen Nahrungsmittel bestimmt sind, dienen sie den Thieren außerdem oder auch allein zum Ergreifen, Festhalten und Tödten ihrer Beute, oder überhaupt als Angriffswaffe, oder auch als Werkzeug um zu verschiedenen Zwecken in andere Körper einzudringen, überhaupt eine Trennung in denselben zu bewirken; zum Theil wehren sie auch bloß den Rücktritt der in den Mund aufzunehmenden oder bereits aufgenommenen festen Nahrung, während sie die Flüssigkeit nicht hindern; endlich dienen sie als Giftzähne auch zur Leitung eines Verdauungssaftes. d) Vor dem Munde finden sich dergleichen Waffen besonders bei den saugenden wirbellosen Thieren, z. B. bei den Hakenwürmern, wo die um das Saugorgan her stehenden hornartigen Haken in die Schleimhaut bohren, um dem Thiere Anheftungspuncte zu gewähren und durch Reizung der verwundeten Puncte einen reichlichern Zufluß von Säften zu bewirken; ferner bei einigen durch einen Rüssel saugenden Gasteropoden, welche mit ihren zahnartigen Theilen bloß Löcher in Holz u. s. w. bohren; ferner bei den Blutegeln, wo die vorgestreckten hörnernen Spitzen Haut und Blutgefäße sägenförmig verwunden. Einigermaaßen gehören hierher auch die zu den Seiten des Mundes oder des Rüssels liegenden oft mit Zähnen besetzten Kiefer der Insecten und Arachniden, die neben der Saugröhre stehenden hörnernen Spitzen bei den Dipteren und Milben, so wie der mit derselben verbundene Stachel bei den Hemipteren. e) In der Mundhöhle selbst finden sich an deren Seitenwänden Borsten bei einigen Nagern und pflanzenfressenden Cetaceen; auf der Zunge hörnerne Stacheln schon bei einigen Gasteropoden, so wie bei vielen Fischen, Amphibien und Vögeln, und einigen Säugethieren, namentlich den katzenartigen; am Gaumen Zähne bei mehrern Fi-

d.

e.

schen, einigen Amphibien und dem Schnabelthiere; am Speiseröhrenkopfe endlich abwärts gekehrte hornerne Stacheln auf Papillen bei einigen Seeschildkröten, und Zähne bei vielen Fischen, wo sie bei einigen mit der Schleimhaut eben so bewegt werden können, wie die Stacheln des Igels mit der Haut. f) Die Kieferzähne, welche den Zacken an den Kiefern der wirbellosen Thiere nicht gleich zu stellen sind, fehlen bei einigen Fischen, Batrachiern und Säugethieren, welche von Insecten sich nähren, und werden durch einen hörnernen Überzug der Kieferränder ersetzt bei den Schildkröten und Vögeln, einigen Cetaceen und dem Schnabelthiere, während sie bei den Walfischen die ganz eigne Form von Stäben annehmen, die auf Papillen sitzen und einen aus Hornfäden bestehenden Überzug derselben bilden, den sogenannten Barten. So erscheint auch der Vogelschnabel als eine Masse zusammengeklebter Hornfäden, deren Keime sich einzeln gebildet haben, und dann mit einander verschmolzen sind. Bei mehrern Fischen und Amphibien bilden sich die Zähne im Zahnfleische und verschmelzen dann mit dem Kiefer; bei andern, so wie bei den gezähnten Cetaceen, senken sie sich nach gleicher Bildungsweise in den Kiefer ein, ohne mit ihm zu verschmelzen. Eine niedere Stufe ihrer Bildung bezeichnet sich dadurch, daß sie unter einander keine bestimmten Verschiedenheiten der Form zeigen, wie sie denn z. B. bei den Rochen Platten sind, die gleich einem Steinpflaster den Kiefer überziehen, oder beim Delphin 180 ganz gleiche kegelförmige Körper darstellen; daß sie ferner einzeln stehen und Lücken zwischen sich lassen, wie z. B. bei den meisten pflanzenfressenden Säugethieren eine Lücke zwischen den Schneide- und Backzähnen bleibt; endlich daß einzelne, namentlich die Eckzähne, über die andern hervorragen, wo sie denn zum Theil durch ein lebenslänglich fortdauerndes Wachsthum vom Oberkiefer aus selbst weit aus der Mundhöhle hervorstehen, und nur als Waffen gebraucht werden können, wie beim Wallrosse und Narwal, oder wegen ihrer starken Krümmung selbst hierzu untauglich sind, wie beim Hirscheber, der sich um zu ruhen damit an Baumzweige hängen soll. Die menschlichen Zähne zeichnen sich dadurch aus, daß sie bei bestimmter Ausbildung ihrer verschiedenen Formen, vermöge deren

keiner dem andern völlig ähnlich ist, sowohl eine ununterbrochene Reihe, als auch durch gleiche Höhe mit ihren Kauflächen eine Ebene bilden, und die des Oberkiefers genauer auf die des Unterkiefers passen. — C) Die Mundhöhle selbst hat g) auf einer niedern Bildungsstufe und besonders bei saugenden Thieren eine einfache runde Öffnung, deren Rand, wenn er etwas wulstig ist, nur uneigentlich als Lippe und zwar als ringförmige bezeichnet wird. Bei weiterer Entwicklung stellt der Mund eine Spalte mit dem Gegensatze zweier Lippen dar; doch erscheint diese Form hin und wieder schon bei niedern Thieren, z. B. bei Salpen unter den Acephalen und bei Serpula unter den Anneliden. h) Eine cylindrisch verlängerte und über den übrigen Körper frei hervorragende Mundhöhle, welche am häufigsten eine Saugröhre ist, hin und wieder aber auch zur Aufnahme fester Nahrung dient, findet sich bei den sogenannten gestielten Quallen, bei einigen Schnecken und Cephalopoden, bei einigen Anneliden, z. B. Amphitrite, bei mehreren Insecten, besonders den Dipteren, und bei Arachniden. i) Die Lippen werden, da sie der Bewegung und der durch Berührung vermittelten Empfindung gleichmäßig dienen, bei weiterer Entwicklung einzelner zu Gliedmaaßen und Tastorganen. So giebt die Spaltung der Mundwand in mehrere walzenförmig verlängerte Theile die Fangärme der Polypen, welche tasten, die Beute umschlingen und in die Verdauungshöhle führen, zu deren Vergrößerung sie nun verwendet werden, so daß sie dabei an Länge verlieren. Ähnliche Verlängerungen der Lippen finden sich bei den Quallen, den Brachiopoden und einigen Gasteropoden. Die Arme der Cephalopoden umgeben den Mund mit seinen Lippen, und sind Wiederholungen von diesen, dienen aber nicht bloß zur Ingestion, sondern auch zur Ortsbewegung und zum Ansaugen. Noch weiter ist dies durchgeführt in den in der Nähe des Mundes stehenden Fühlfäden, welche in keiner unmittelbaren Beziehung zur Nahrung mehr stehen, aber zum Theil, wie bei den Holothurien, noch zum Ansaugen dienen. — Auch kommt eine röhrige Form solcher verlängerter Mundtheile vor, die bei den Polypen schon in den ausgehöhlten Fangärmen der Petalopoden angedeutet ist. Der die Nahrung zum Munde führende Rüssel

C. g.

h.

i.

ist bei mehreren Insecten durch eine Umgestaltung der Zunge oder der hintern Kiefer, beim Elephanten durch cylindrische Verlängerung und Verschmelzung von Nase und Oberlippe gebildet.
k. k) Die Zunge ist bei einigen Acephalen noch als Rudiment vorhanden, aber den Typus ihrer Bildung darlegend, nämlich als eine vom Boden der Mundhöhle hereinragende Querfalte; etwas mehr entwickelt bei den meisten Gasteropoden und bei den Cephalopoden; bei den Insecten erscheint sie als eine Verlängerung der Unterlippe. Bei den Wirbelthieren schreitet sie in ihrer Entwicklung so fort, daß sie an Muskelsubstanz und freier Beweglichkeit zunimmt, und außerdem breiter, weicher und nervenreicher wird. Dabei zeigt sie aber eine große Mannichfaltigkeit ihrer Bildungsverhältnisse in jeder einzelnen Thierclasse, wie sie denn bei den Schlangen, einigen Eidechsen und unter den Vögeln bei den Kolibris in zwei seitliche Hälften, bei einigen Affen aber in einen obern und untern Theil gespalten vorkommt; bei den Fröschen an ihrem vordern Theile angeheftet und an ihrem hintern Theile frei beweglich ist u. s. w.

§. 926. Das Einführen der Nahrung geschieht auf einer untern Stufe A) ohne Wahl, und zwar a) züerst ganz pflanzenähnlich und passiv bei den Spongien, zum Theil wohl auch bei einigen Polypen, wie denn die Sertularien durch ihre wurzelartigen Ausbreitungen einzusaugen scheinen, da sie sterben, wenn man sie von der Stelle, wo sie eingewurzelt waren, wegnimmt (Nr. 125. S. 351). b) Die hier durch adhäsive und chemische Verwandtschaft bewirkte Attraction erhält sich bei den übrigen Thieren nur im Innern des Verdauungscanals in solcher Reinheit und nimmt an dessen Mündung den animalen Charakter an. Die erste Spur davon findet sich schon bei einigen Spongien, z. B. Manon, und noch bei einigen Gasteropoden, z. B. Buccinum pallestre, wenn diese Thiere nach Schweigger (ebd. S. 372) und Treviranus (Nr. 100. IV. S. 310) die Nahrung durch periodische Öffnung und Schließung des Mundes aufzunehmen scheinen. c) Die Vorticellen und Räderthiere erregen mit ihren den Mund umgebenden Wimpern einen Wirbel, welcher die von ihm ergriffenen Infusorien in den Mund führt. Die Entomo-

straceen scheinen in dieser Hinsicht den Übergangspunct zu den höhern Formen der Aufnahme von Nahrung zu bilden: während Monoculus castor durch Wimperbewegung einen Strudel erregt, der alle kleine Körper durch vier schräge Rinnen zum Munde führt (Nr. 269. p. 55), treibt Monoculus quadricornis mit seinen handähnlichen Gliedmaaßen das Wasser nur gegen den Mund, wo denn die darin zugeführte Nahrung von den Kiefern ergriffen wird (ebd. p. 6), und während der Chirocephalus, wie jedes Thier beim Athmen die Luft, ohne Auswahl Alles verschlingt, was ihm vor den Mund kommt, so daß man ihn willkührlich färben kann (ebd. p. 209), weiß Monoculus pulex das, was ihm nicht behagt, mit den Wimpern an seinen innern Kiefern zurück zu stoßen (ebd. p. 100). d) Einige Infusorien und röhrenförmige Quallen fangen, indem sie mit offnem Munde schwimmen, die ihnen vorkommenden kleinern Thiere auf. e) Der Walfisch endlich zieht eine Masse Wasser in seinen Mund und läßt es durch die über seinen Unterkiefer herabhängenden Barten ablaufen, während die ihm zur Nahrung dienenden kleinen Thiere davon zurückgehalten und verschluckt werden. B) Die Aufnahme bestimmter mehr oder weniger ausgewählter Nahrung erfolgt f) zuvörderst auf eine ähnliche Weise wie auf einer niedern Stufe die Ausführung der männlichen Zeugungsflüssigkeit, wo der Samenleiter durch Umstülpung hervortritt (§. 133). So suchen die Asterien, während sie die Speiseröhre mit einem Theile des Magens durch Umstülpung nach außen getrieben haben, Fische und Mollusken auf, umschlingen sie und ziehen sie dann sammt denselben Organen ein; auf ähnliche Weise strecken die Actinien ihren Magen vor und breiten ihn über die zu verschlingenden Thiere aus. Zuweilen strecken auch einige Gasteropoden, z. B. Paludina, und einige Anneliden, z. B. Aphroditen und Nereiden, zum Erfassen der Nahrung einen Theil ihrer Speiseröhre umgestülpt als einen temporären Rüssel hervor, wie der umgestülpte Samenleiter als ein temporäres Zeugungsglied erscheint. g) Weiter verbreitet ist das Erfassen der Nahrung mit den Lippen, mögen diese nun die in der Ebene der Oberfläche des Körpers, oder am Ende der rüsselförmig verlängerten Mundhöhle liegende Mundöffnung um-

d. e. B. f. g.

geben, oder auch zu Fangärmen gliederartig verlängert sein. So sind noch vorzüglich bei den pflanzenfressenden Säugethieren die Lippen Leiter der Nahrung, und z. B. bei Pferd, Schaf und Ziege so frei beweglich, daß sie die Gräser umfassen, während sie beim Rinde minder beweglich und thätig, beim Schweine aber so wie bei Fleischfressern für das Ergreifen der Nahrung ganz
h. unwirksam sind, indem es hier h) mit dem Kiefer, und namentlich mit den Schneide- und Eckzähnen geschieht. Diese Art des Erfassens ist in allen Classen der Wirbelthiere häufig, findet sich auch bei den Crustaceen und Arachniden, und zwar hier so, daß oftmahls die Hinterkiefer, als den Gliedmaaßen näher stehend, die Beute erfassen und sie zu den Vorderkiefern führen, welche
i. sie verkleinern und in die Mundhöhle bringen. i) Häufig wird die herausgestreckte lange Zunge das Organ, um Nahrung einzuziehen. Dies kommt unter den wirbellosen Thieren bei einigen Gasteropoden, z. B. Patella, vor; unter den Amphibien beim Chamäleon, welcher mit Blitzesschnelle die Zunge länger als der ganze übrige Leib herausschleudert und mit den gefaßten Insecten zurückzieht, und beim Frosche, der dazu die Zunge mit ihrem hintern freien Ende umschlägt, so daß sie die Insecten mit ihrer untern Fläche faßt; unter den Vögeln beim Spechte, der seine an der Spitze hornartige, übrigens an ihren Rändern mit Widerhaken versehene und an ihrer obern Fläche mit einem in der Mundhöhle secernirten klebrigen Schleime überzogene Zunge durch das ungemein lange und mit seinen biegsamen Hörnern bogenförmig um den Schädel sich erstreckende Zungenbein weit aus dem Schnabel hervorschiebt; unter den Säugethieren endlich beim Ameisenfresser, wo die Secretion eines klebrigen Schleims in der Mundhöhle ebenfalls das Mittel zum Fangen der Insecten wird. Bei den Rindern umfaßt die Zunge den Pflanzenstengel und zieht ihn in den Mund, was sie bei den übrigen Wiederkäuern und den Einhufern erst, nachdem die Lippen gewirkt haben, verrichtet, wie sie denn auch bei den Fleischfressern die Nahrung in die Mundhöhle führt; die Giraffe aber vermag hohe Baumzweige mit der sehr weit herausgestreckten Zunge zu umschlingen und
k. herabzuziehen. k) Wie bei diesem Thiere die Länge der Vorder-

beine und des Halses schon auf eine in der Höhe zu suchende Nahrung hinweist, so nährt sich das mit dem Vorderleibe ebenfalls hoch gestellte Elenn vorzüglich vom Laube junger Bäume, denen es, wenn sie zu hoch sind, mit dem Geweihe die Krone abbricht, und beugt sich beim Grasen mit zurückgezogenen Vorderbeinen herab. Das Pferd hat einen Hals von hinreichender Länge, um das hohe Gras in den Steppen seiner ursprünglichen Heimath erreichen zu können, und muß auf unsern Wiesen den einen Vorderfuß vorsetzen und den andern etwas biegen, während Thiere mit kurzen Beinen und Hälsen ihre Nahrung auf der Erde finden. So stehen denn auch die Beine und der als Gliedmaaß dienende Hals in Übereinstimmung mit dem Nahrungsbedürfnisse und erweitern durch ihre Länge den Umkreis der Nahrungsquellen, indem z. B. bei den Sumpfvögeln die Verlängerung der gliederartigen Kiefer noch hinzutritt, dem kurzhälsigen Elephanten aber die Länge des vielbeweglichen Rüssels zu Statten kommt. l) Die Raubvögel und fleischfressenden Säugethiere packen ihre Beute mit den Krallen und halten sie mit denselben fest, um sie dann mit den Kiefern zu zerreißen und mit der Zunge in die Mundhöhle zu bringen. Die Papageien aber, und vorzüglich die Affen, so wie einige Nager gebrauchen, um die Nahrung in den Mund zu bringen, die Beine, und zwar die Säugethiere die Brustglieder; besonders scheint dies der Fall zu sein, wo die harte oder in harter Schale enthaltene Nahrung fest gehalten werden muß, damit die Zähne eindringen können. Dem Biber soll, indem er gleich dem Eichhörnchen, Murmelthiere u. s. w. auf den Hinterbeinen sitzt und die Vorderbeine als Ärme gebraucht, der vorwärts umgebogene Schwanz selbst als Teller dienen.

l.

§. 927. Die Aufnahme tropfbarer Nahrung ist die niedere Form, indem sie schon die Ernährungsweise der Pflanzen ist, wird aber überall, wo ein wirkliches Verdauungsorgan vorhanden ist, nicht wie bei diesen durch Tränkung, sondern auf offnen Wegen bewerkstelligt. A) Zunächst an das Pflanzliche gränzt hier die durch Attraction bewirkte Aufnahme der Flüssigkeit oder das Saugen. a) Dieses ist die Ernährungsweise der Entozoen (namentlich der Blasen-, Sauge-, Haken- und Bandwürmer)

A.

a.

und der zu den Crustaceen und Insecten gehörigen Epizoen; wahrscheinlich vieler Polypen, namentlich aus der Reihe der Corallenthiere, mehrerer Quallen, einiger Anneliden, der Arachniden und mehrerer Insecten aus den Ordnungen der Dipteren, Hymenopteren, Hemipteren und Lepidopteren. Unter den Wirbelthieren nähren sich auf diese Weise noch die Myxinoiden, als die unterste Ordnung der Knorpelfische, die Larven der Frösche (§. 392. b) und zum Theil wenigstens die Kolibris; die Säugethiere aber nur in dem ersten Zeitraume nach der Geburt, so daß der bei den niedern Thieren bleibende Zustand bei ihnen nur ein vorübergehender ist. Zur Leitung der Flüssigkeit bildet sich ein Canal, bald durch die in dieselbe eingesenkten oder den sie enthaltenden festen Körper umfassenden Lippen, bald durch die Zunge, wie noch bei den Kolibris die seitlichen Hälften der gespaltenen Zunge zu einer Röhre sich zusammenlegen; bald ist eine Saugröhre als unmittelbarer Fortsatz der Verdauungsorgane, oder ein am Munde stehender und die Flüssigkeit dahin ergießender beweglicher Rüssel gegeben, indem bei manchen der wirbellosen Thiere noch besondere Stacheln oder zahnartige Theile oder Kiefer durch ihr Eindringen in den die einzusaugende Flüssigkeit enthaltenden Körper dem Saugen zu Hülfe kommen. Es findet aber keine strenge Scheidung der saugenden und fressenden Thiere Statt: denn zuvörderst haben mehrere Rippenquallen außer den im Kreise gestellten Saugröhren einen zur Aufnahme fester Substanzen geeigneten centralen Mund; ferner lassen sich bei Rhizostomen und andern Scheibenquallen die Saugröhren erweitern; die Ameisen und Wespen verzehren auch Festes, während sie gleich andern Hymenopteren meist saugen, und eben so gilt dies vom Skorpione, da sein Rüssel nicht wie bei den Spinnen durch Borsten das Eindringen fester Substanzen verhindert; auch die Myxinoiden verschlucken kleine Thiere; dergleichen, wenn auch nur unter dem Mikroskope sichtbar werdende Thierchen oder feste Theilchen sind doch für immer in den Flüssigkeiten, welche von Entozoen, Epizoen u. s. w. eingesogen werden. b) Das Saugen beruht überhaupt darauf, daß durch Bildung einer zuvor nicht vorhandenen Höhle, oder durch Erweiterung oder Entleerung einer vorhandenen von der darin

b.

enthaltenen tropfbaren Flüssigkeit oder Luft ein leerer Raum gebildet wird, in welchen nun der Druck der Umgebung und der Atmosphäre die Flüssigkeit eintreibt. So bildet das Saugorgan mehrerer wirbelloser Thiere eine wie ein Schröpfkopf wirkende Höhle, indem das in seiner Mitte stehende und mit einer zum Rüssel führenden Öffnung versehene Knöpfchen zurückgezogen wird, während seine Ränder an dem auszusaugenden Körper dicht anliegen. Bei den Anneliden wird das Verdauungsorgan durch die Bewegung der mit ihm verbundenen Leibeswand zum Saugen erweitert. Bei Dipteren, Lepidopteren und Hymenopteren ist an Stelle des die feste Nahrung zerreibenden Muskelmagens eine Erweiterung der Speiseröhre, die Saugblase, vorhanden, welche ebenfalls mechanisch, doch auf andere Weise, für die Verdauung wirkt, indem sie durch ihre abwechselnde Erweiterung das Saugen begründet. Die Mammalien saugen an einem festen Körper durch gemeinsame Wirkung von Lippen, Backenmuskeln und Zunge, unter Beihülfe des Einathmens (§. 533. d). B) Die Aufnahme einer größern Masse Flüssigkeit auf einmahl oder das Trinken geschieht c) zuvörderst als Schlürfen nach Art des Saugens durch Einathmen, wobei die zwischen den Lippen mit eindringende Luft ein Geräusch verursacht: so schlürfen viele Vögel das Wasser ein; eben so Einhufer, Wiederkäuer und Schweine, indem sie die bis auf eine enge Spalte an einander geschloßnen Lippen an die Oberfläche des Wassers halten oder in dasselbe eintauchen. d) Die andere Art des Trinkens ist das Eingießen, wo die Flüssigkeit entweder durch ihre Schwere in den Mund herabfließt, oder durch einen sie treibenden Körper hineingeworfen, oder wenn derselbe sie umfaßt, geschöpft wird. Durch ein solches Schöpfen und Werfen trinken z. B. die Fleischfresser und Affen: sie tauchen die herausgestreckte und ausgebreitete Zunge ein, beugen sie an der Spitze um und ziehen sie mit der Flüssigkeit, die sich in der dadurch gebildeten löffelförmigen Höhlung gesammelt hat, schnell in die Mundhöhle zurück. Ähnlich ist das Lecken, nur daß hier das Anhaften der Flüssigkeit an der Zunge mehr wirkt, als das Beugen der letztern. Dagegen nehmen manche Vögel auch die Schwere der Flüssigkeit zu Hülfe, indem sie den

B.

c.

d.

eingetauchten und an seiner Spitze gefüllten Schnabel in die Höhe halten, so daß die Flüssigkeit weiter in die Mundhöhle einfließt. e) Das eigentlich menschliche Trinken hält das Mittel zwischen Schlürfen und Eingießen, und unterscheidet sich auch dadurch, daß die Flüssigkeit durch ein besonderes Werkzeug, und sei es auch nur die hohle Hand, zum Munde geführt wird. Das Geschirr wird so gehalten, daß das Getränk abwärts in den Mund fließen kann; die Unterlippe wird an das Geschirr, die Oberlippe an die Oberfläche der Flüssigkeit gelegt und hierauf die Zunge zurückgezogen und eine Einathmungsbewegung gemacht. Die auf solche Weise theils eingegoßne, theils eingesogene Flüssigkeit sammelt sich in der durch die aufgestiegene Zungenwurzel und das herabgezogene Gaumensegel nach hinten abgeschloßnen Mundhöhle, bis diese gefüllt ist, und wird dann mit einem Mahle verschluckt.

§. 928. Zur Aufnahme fester Nahrung wird A) im Allgemeinen und beim Menschen insbesondere der Mund geöffnet und die Mundhöhle in ihrem Höhendurchmesser verlängert, was durch die Dehnbarkeit ihrer, hauptsächlich vom Buccinator und von Haut und Schleimhaut gebildeten Seitenwandung, der Backen, möglich gemacht wird. a) Dies wird hauptsächlich durch ein Herabziehen des Unterkiefers bewirkt, wozu ein verhältnißmäßig geringer Muskelapparat erforderlich ist, da er schon beim Nachlassen der Thätigkeit seiner Hebemuskeln durch seine Schwere herabsinkt. Die Muskelwirkung dabei geht aber von dem durch den Sternohyoïdeus, Thyreohyoïdeus und Omohyoïdeus nach unten befestigten Zungenbeine aus, indem die hier angesetzten Mylohyoïdeus, Geniohyoïdeus und besonders der Biventer maxillae den Unterkiefer herabziehen; bei Raubthieren ist letzterer zu einem kräftigen und weiten Aufsperren des Mauls besonders stark. b) Die Mundspalte wird zugleich geöffnet durch die Aufwärtszieher der Oberlippe und die Abwärtszieher der Unterlippe, so wie durch den die Mundwinkel aus einander ziehenden Buccinator. Diese sämmtlichen Muskeln nämlich sind nach Analogie der plastischen die Längenmuskeln der Mundhöhle, welche dem Ringmuskel der Lippen entgegenwirken. B) Bei Thieren, welche

wenig oder gar nicht kauen und auch größere Bissen verschlingen, müssen die Kiefer weiter aus einander zu sperren sein, und diese zeichnen sich bei den drei untern Classen der Wirbelthiere meistentheils durch eine besondere Beweglichkeit zu diesem Zwecke aus. c) Der Oberkiefer nämlich ist entweder an einer Stelle seiner äußern Fläche oder an seiner Verbindung mit dem Jochbeine und Gaumenbeine biegsam und sein vorderer Theil wird beim Herabziehen des Unterkiefers, wo das Quadratbein nach vorne gedrückt wird und die genannten Knochen eben so drängt, aufwärts geschoben. Bei den Mammalien kommt eine solche Beweglichkeit nicht vor und der Oberkiefer kann zu Öffnung des Mundes nur mit dem ganzen Kopfe zu dessen Streckung aufgehoben werden: so öffnete ein Hund das Maul bei fest gebundnem Unterkiefer, und bei weitem Aufsperren des Mundes streckt auch der Mensch den Kopf, wenn der Unterkiefer nicht weit genug herabgezogen werden kann. d) Der Unterkiefer hat bei den Fischen, Amphibien und Vögeln eine größere Beweglichkeit, da er nur mittels des dazwischen liegenden Quadratbeins mit dem Schläfebeine, also durch ein zweifaches Gelenk, sich verbindet. Bei mehreren Schlangen kommt noch hinzu, daß die beiden Seitenhälften desselben nur durch eine sehnige Haut lose verbunden sind und von einander weichen können, so daß es möglich wird, Thiere zu verschlucken, die ziemlich eben so dick sind wie die Schlange selbst, indem deren äußere Haut eben so wie die Speiseröhre sich bedeutend ausdehnen läßt. Übrigens gestattet der Kiefer auch bei den Säugethieren vermöge seiner Länge und der Schmalheit seines vordern Endes eine größere Öffnung des Mundes als bei dem Menschen.

c.

d.

§. 929. Die zerstörende mechanische Einwirkung auf die Speise geschieht A) vorläufig a) durch Trennung eines Stücks, wenn der als solche zu genießende Körper zu groß ist, um ungetheilt in den Mund gebracht werden zu können, und besteht theils in einem Eindringen der Kiefertheile, theils in einem Abreißen. Letzteres findet sich z. B. bei einigen Gasteropoden, welche mit der bewaffneten Zunge Stücke von einer Pflanze ausraufen; Ersteres bei kauenden Insecten, welche durch die zangenartige

A. a.

Bewegung ihrer Kiefer ein Stück, welches von den daran gelegten hörnernen Lippen fest gehalten wird, abbeißen. Die meisten Vögel zerhacken den Körper, welcher ihnen nur stückweise als Nahrung dienen kann, mit dem Schnabel; die Raubvögel aber reißen mit den Klauen Stücke davon ab. Bei den Mammalien sind die Schneidezähne zum Abbeißen bestimmt; daher stehen sie nicht ganz gerade über einander, sondern gemeiniglich die des Oberkiefers etwas vor, so daß ihre freien Ränder die des Unterkiefers nur seitlich berühren und mit diesen scheerenartig den Bissen abschneiden. Zum Theil nehmen die Säugethiere auch das Raufen zu Hülfe, indem sie durch Streckung des Kopfes das zwischen den Zähnen gehaltene Stück eines befestigten Körpers von diesem abziehen. b) Vorläufige Verkleinerungen der als Nahrung dienenden Körper kommen hin und wieder vor, wie denn z. B. die Riesenschlange die Thiere umschlingt und ihnen die Knochen zerdrückt, oder wie viele Vögel mit dem Schnabel Samenkörner aushülsen, indem sie sie zerdrücken, die Hülsen fallen lassen und den Kern verschlucken u. s. w. B) Die mechanische Einwirkung auf die in den Mund gebrachte und in das Verdauungsorgan weiter zu führende Speise besteht zunächst in einem einfachen Drucke durch die Kiefer und Zähne, oder ihnen analoge Theile, welcher theils durch stärkere oder schwächere Störung des organischen Zusammenhanges, theils durch Vernichtung des Lebens die Fähigkeit der als Nahrung dienenden Körper verschluckt und verdaut zu werden vermehrt. c) Eine solche Quetschung der Speise mit den festen Theilen des Mundes ist am weitsten verbreitet und schon bei den wirbellosen Thieren häufig, wie sie denn selbst bei einigen Quallen, deren Mund etwas knorpelartig ist, nicht zu fehlen scheint. Wie der Kiefer der Vögel mit seinem hörnernen Überzuge die Nahrung zerdrückt, so steigert er bei den Fischen und Amphibien, wo er mit Zähnen gewaffnet ist, den Druck zum Bisse. d) Beim Durchgange durch die Mundhöhle und deren hintern Theil wird die Nahrung nicht allein bei mehreren wirbellosen Thieren, sondern auch noch bei vielen Fischen durch die hier befindlichen Zähne zerquetscht, ohne einen besondern willkührlichen Act. Die mit einer hornartigen

Decke überzogene Zunge, z. B. bei Eidechsen und Schlangen, mag auf ähnliche Weise wirken, wie sie auch bei einigen Gasteropoden, z. B. Halyotis, die Nahrung gegen eine kalkige Platte drückt. C) Ein Kauen oder eine Verkleinerung der Speisen durch wiederholten, willkührlich ausgeübten Druck kommt e) bei den wirbellosen Thieren im Ganzen genommen selten und unvollkommen vor. Die meisten Insecten, welche feste Nahrung zu sich nehmen, kauen sie entweder gar nicht, oder nur zum Theil, während der Muskelmagen sie vollends zerreibt; und bei denen, wo die Verkleinerung bloß durch Kauen vollbracht wird, wie bei den Libellen, ist dies mehr eine Zerreibung als ein wiederholtes Beißen, und geschieht bei der Stellung der Kiefer eigentlich mehr vor als innerhalb der Mundhöhle. f) Ein wirkliches Kauen, wobei die Speise durch die Bewegungen der Zunge, der Mundwände und des Unterkiefers in der Mundhöhle herumgewälzt, wiederholt zwischen die Zähne beider Kiefer gebracht, gebissen und gequetscht, und unter dem Zuflusse von Speichel damit getränkt, geknetet und zum Bissen geballt wird, ist nur den Mammalien eigen und bei den Fleischfressern noch sehr beschränkt. g) Die Mundhöhle hält während des Kauens die Speisen zurück, indem sie vorne durch den Ringmuskel der Lippen, hinten durch das Herabsteigen des Gaumensegels und durch das Aufsteigen der unter diesem liegenden Zungenwurzel sich schließt, während der Buccinator sammt den Lippenmuskeln die Backen an das Zahnfleisch drückt, so daß die Speisen nicht in den Umkreis der Höhle oder zwischen Kiefer und Backen fallen. h) Dabei ist nun besonders die Zunge thätig. Bei den Mammalien, namentlich bei dem Menschen, ist sie durch Muskeln nach oben und hinten mit dem Schädel, mehr nach vorne mit dem Gaumensegel, nach unten und vorne mit dem Unterkiefer und nach unten und hinten mit dem Zungenbeine verbunden, und wird in diesen Richtungen bewegt. Sie folgt mit ihrem hintern Theile auch den Bewegungen ihres Trägers, des Zungenbeins, welches durch Muskeln nach oben und hinten gegen den Schädel, nach oben und vorne (durch die den beweglichen Boden der Mundhöhle bildenden Muskeln) gegen den Unterkiefer, nach unten und hinten gegen das Schul-

C.

e.

f.

g.

h.

terblatt, nach unten und vorne gegen das Brustbein und den Kehlkopf gezogen wird. Durch letztere Verbindung bewegen sich auch Kehlkopf und Zunge zugleich. Außerdem hat die Zunge noch eigene, über ihren Bereich nicht hinausgehende Muskelfasern, welche, in die Länge, Quere und Tiefe verlaufend, in allen Richtungen sich durchkreuzen, die innern Bewegungen derselben bewirken, mit den Endfasern ihrer äußern Muskeln sich verweben und besonders von Gerdy (Nr. 787. p. 20 sq.) genau beschrieben worden sind. Sie wird ausgebreitet durch ihre senkrechten Fasern, welche sie zugleich verdünnen, und durch die an ihren Seitenrändern verlaufenden und sie verkürzenden Muskeln, den Styloglossus und Hyoglossus; schmäler, dicker und länger wird sie durch ihre Querfasern; verkürzt durch ihre Längenfasern und durch die genannten Muskeln ihrer Ränder; und verlängert durch ihre Querfasern, so wie durch den zunächst an der Mittellinie in ihr liegenden Genioglossus. Indem letzterer ihren mittlern Theil herabzieht und der Styloglossus und Glossopalatinus ihre Ränder heraufziehen, wird sie rinnenförmig ausgehöhlt und dagegen durch den Hyoglossus, der ihre Ränder herabzieht, gewölbt. Nach oben gegen den Gaumen wird sie von dem aufsteigenden Zungenbeine und Kehlkopfe gedrängt, und rückwärts vom Styloglossus und Glossopalatinus gehoben, so daß sie, wenn zugleich die vordern Fasern des Genioglossus die Spitze herabziehen, eine nach vorne abhängige Fläche bildet; vorwärts aber mittels des gegen den Unterkiefer gezogenen Zungenbeins und durch die untern Fasern des Genioglossus, so daß sie, wenn ihre Wurzel durch den Hyoglossus herabgezogen wird, eine nach hinten abhängige Fläche bildet. Nach unten und hinten wird sie vom Hyoglossus und von dem gegen das Schulterblatt rückenden Zungenbeine gezogen; nach unten und vorne aber durch die vordern und obern Fasern des Genioglossus und durch das gegen Brustbein und Kehlkopf herabsteigende Zungenbein. Eine schräge Richtung erhält sie, wenn Hyoglossus, Genioglossus und Glossopalatinus nur auf der einen Seite wirken; ihre Spitze endlich kann sich etwas nach oben oder nach unten umbeugen, je nachdem die obern oder untern Längenfasern die eine Fläche verkürzen. — Indem nun diese verschiede-

nen Fasern und Muskeln entweder vereint oder einzeln, entweder in ihrer ganzen Masse oder nur in einzelnen ihrer Bündel wirken, gewinnt die Zunge die vielfältigsten Bewegungen, treibt die Speisen in der Mundhöhle herum, drängt sie gegen die Wände, besonders gegen das Gaumengewölbe, zerdrückt sie, wenn sie weich genug sind, und formt sie, wenn sie auf irgend eine Weise in sich verschiebbar geworden und mit Speichel getränkt sind, in Bissen. i) Die Zähne beider Kiefer drücken gegen einander, wenn sie, wie beim Menschen, auf einander passen, und unterstützen dadurch gegenseitig ihre Befestigung in den Kiefern. Indem sie bei ihm ferner eine ununterbrochne Reihe bilden, lehnen sie sich seitlich an einander, so daß beim Beißen auf einen harten Körper die Wirkung des einen Kiefers auf den andern über die ganze Zahnreihe sich ausbreitet, also auch der zunächst gedrückte Punct mehr Widerstand leistet. Eben so wird ein solcher senkrechter Druck durch die Kegelform der Wurzel über eine größere Fläche vertheilt, indem er nicht bloß auf den Boden, sondern auf die ganze Seitenwandung des Zahnkästchens wirkt, so daß dieses gleich dem Zahne selbst eine größere Gewalt aushält. Dabei nimmt die Schleimhaut im Zahnfleische einen sehnigen Charakter an, wodurch sie ebenfalls dem Drucke bedeutenden Widerstand leistet. k) Wie die Zertheilung eines Körpers überhaupt nur durch Stechen oder Schneiden oder Drücken möglich ist, je nachdem die mechanische Gewalt entweder in einem Puncte concentrirt, oder in einer Linie wirksam, oder über eine Fläche verbreitet ist, so entsprechen diesen Wirkungsarten die drei Formen der Zähne. Die Eckzähne stechen, und, wo sie sich kreuzen, zerreißen sie; sie fehlen bei vielen Pflanzenfressern, sind bei Fleischfressern am stärksten und zum Theil auch zu äußern Waffen entwickelt, bei dem Menschen nicht so lang und gebogen wie bei letztern, und stehen in Hinsicht auf Stärke zwischen den Schneide- und Backzähnen in der Mitte. Die Schneidezähne sind vermöge ihres Baues wie ihrer Stellung im Kiefer am schwächsten, wirken scheerenartig, besonders bei dem Abschneiden und der ersten Zertheilung des Bissens, und sind bei den Nagern am stärksten entwickelt, wo die stete Abnutzung ihrer Kronen durch das lebenslänglich fort-

i.

k.

dauernde Wachsthum ihrer Wurzeln ersetzt wird (§. 808. m); indem bei einigen Nagern die beiden Hälften des Unterkiefers beweglich verbunden sind, werden bei seinem Aufsteigen seine innern Schneidezähne selbst gegen einander geschoben (Nr. 185. II. S. 132). Die Backzähne quetschen und zermalmen, sind daher bei den pflanzenfressenden Thieren, insbesondere bei Wiederkäuern und Einhufern stärker entwickelt, bei den Fleischfressern dagegen mit größern Spitzen versehen, so daß sie beim Drücken zugleich stechen und einbohren; überall üben sie ihrem Baue und ihrer Stellung nach die größte Kraft aus, weshalb denn auch der Mensch mit ihnen allein nur die härtesten Substanzen kaut, während er sonst alle Zähne ohne Unterschied gebraucht. l) Die allgemeinste und stärkste Bewegung des Unterkiefers beim Kauen ist die senkrechte. Er wird in dieser Richtung vorwärts durch den Masseter, rückwärts durch den Temporalis, einwärts durch den Pterygoïdeus internus gegen den Oberkiefer gedrückt. Der Temporalis wirkt am meisten senkrecht, also auch am stärksten; so ist er denn unter den Vögeln bei den Kernbeißern besonders stark, und eben so unter den Säugethieren bei den Fleischfressern, welche im Ganzen genommen wenig kauen und nur die Knochen zermalmen, was aber eine bedeutende Kraft voraussetzt, und wozu der Unterkiefer eine sehr feste Gelenkverbindung hat, auch vermöge der Breite seines Gelenkkopfs keine Verschiebung, sondern nur eine senkrechte Bewegung gestattet. Beim Menschen ist das Kiefergelenk schwächer und kein Kaumuskel vorzüglich entwickelt; da aber durch den Temporalis in Verbindung mit dem Masseter die bewegende Kraft in rechtem Winkel auf den als Hebel zu betrachtenden Unterkiefer wirkt, und da bei der Stellung der Backzähne in der Nähe des Kiefergelenks der zu besiegende Widerstand (die Last) hier dem Stützpuncte nahe liegt, so ist auch an dieser Stelle eine bedeutende Kraftäußerung möglich, wie denn von Menschen Pfirsichkerne aufgebissen worden sind, die nur durch eine Last von 300 Pfund erdrückt werden konnten; wären die Kaumuskeln in größerer Entfernung vom Gelenke am Kiefer angebracht, so würden sie erst ihre ganze Kraft entwickeln können, die man nach jener Thatsache einem Drucke von 900 bis 1800 Pfund gleich

geschätzt hat (Nr. 95. VI. p. 15 sq.). Übrigens wird die Kraftäußerung um so mehr beschränkt, je größer der zwischen den Backzähnen befindliche Körper ist, weil in demselben Maaße die Ecke des Unterkiefers mehr schräge nach hinten und oben gestellt wird und dann die Kaumuskeln nicht mehr in rechtem Winkel auf ihn wirken. m) Zu der senkrechten Bewegung tritt eine wagerechte, besonders bei den Pflanzenfressern, hinzu, welche auf einer Verschiebung des Gelenkkopfs, vornehmlich durch den Pterygoïdeus externus, beruht, und das Zermalmen der Speisen vervollständigt: Die Bewegung nach vorne wird durch den genannten Muskel in Gemeinschaft mit dem Masseter bewirkt, und ist vornehmlich bei den Nagern ausgezeichnet, indem der Gelenkkopf ihres Unterkiefers vermöge seines bedeutenden Längendurchmessers nicht seitlich, aber leicht nach vorne und hinten sich verschiebt und ihr Masseter stark entwickelt ist, der bei dem bloß senkrecht beweglichen Kiefer der Vögel gänzlich fehlt. Zum Zermalmen der Knochen tritt dieser Muskel auch bei der Familie der Katzen und bei den Bullenbeißern so hervor, daß ihr Vorderkopf dadurch breit und rund wird. Zurückgleitet der Gelenkkopf schon vermöge seines mechanischen Verhältnisses beim Nachlassen der vorwärts ziehenden Muskeln; außerdem kann auch der Biventer maxillae mitwirken. n) Seitlich wird der Kiefer bewegt, wenn der Pterygoïdeus externus und zum Theil auch der internus nur auf der einen Seite wirkt, wobei der Masseter der andern Seite Beihülfe leisten kann, worauf die Muskeln der entgegengesetzten Seiten in Wirksamkeit treten und den Kiefer wieder herüber schieben. In Verbindung mit der Verschiebung nach vorne und hinten giebt dies eine rotirende Bewegung, welche das Zermalmen vervollständigt, bei dem Menschen beschränkt, bei den Einhufern und Wiederkäuern aber am bedeutendsten ist, indem bei ihnen der Gelenkkopf in der flachen Höhle nach allen Richtungen beweglich ist, und die Pterygoïdei stark entwickelt sind. o) Das Kauen, während dessen die Speisen die Temperatur des Mundes annehmen, indem die kalten erwärmt, die heißen aber durch Einziehen der Luft abgekühlt werden, dauert so lange, bis sich der Bissen leicht bewegen und schlingen läßt, auch bis er aufhört zu schmecken.

§. 930. Das **Schlingen** setzt außer der Muskelthätigkeit eine hinreichende Schlüpfrigkeit der Nahrungswege voraus, welche durch den daselbst secernirten Schleim und Speichel, zum Theil auch durch die Feuchtigkeit der Nahrung gewährt wird: bei trocknem Halse, z. B. in Fiebern, ist das Schlingen erschwert, und trockne Körper, die nicht gekaut und eingespeichelt werden, z. B. Pillen, schlingt man nur mit Beihülfe eines Getränks. Im Rachen, wo die Nahrung am schnellsten durchgeht, ist auch die Schleimabsonderung am reichlichsten, besonders in den Mandeln, und diese werden durch die Bewegungen der Pfeiler des Gaumensegels, zwischen welchen sie liegen, zur Secretion und Entleerung angeregt. Das Schlingen begreift aber die Bewegung der Nahrung durch die Mundhöhle, den Rachen, den Speiseröhrenkopf und die Speiseröhre in sich. A) Um die Nahrung in die Rachenhöhle zu bringen, wird der Unterkiefer heraufgezogen, und bei geschloßnen Lippen die Mundhöhle durch den Buccinator und durch die Zunge verengert, während das Gaumensegel den Eingang in den Rachen frei läßt. Die Zunge, die schon im ruhenden Zustande mit ihrer Wurzel eine nach hinten abhängige Fläche bildet, verlängert nun diese auch an ihrem vordern Theile, indem ihre Spitze durch den Styloglossus heraufgezogen wird und hierdurch längs der Mittellinie eine Rinne entsteht, in welcher die Flüssigkeit zum Rachen fließt. Der Bissen aber wird in dieser Richtung dadurch fortgetrieben, daß die Zunge zuerst mit ihrer Spitze und dann in wellenförmig gegen die Wurzel fortschreitender Bewegung sich an das Gaumengewölbe anlegt. Bei Abnormitäten der Zunge ist das Schlingen erschwert oder ohne Gebrauch anderer Hülfsmittel ganz unmöglich (Nr. 95. VI. p. 91), wie denn dasselbe bei den allermeisten Thieren die einzige Function der Zunge ausmacht. B) Der Rachen oder der hinter dem Gaumensegel liegende Raum, dessen Decke von der Grundfläche des Schädels, und dessen Boden vom hintern Theile der Zunge, von dem obern Ende des Kehlkopfs und vom Anfange der vordern Wand des Speiseröhrenkopfs gebildet wird, während die aufsteigenden Äste des Unterkiefers seine Seitenwände abgeben, — ist die Stelle, wo die Nahrungswege mit den Luftwegen sich kreuzen,

von diesen bei ihren Bewegungen unterstützt werden, die Nahrungsmittel am schnellsten forttreiben und von willkührlicher zu unwillkührlicher Thätigkeit allmählig übergehen. Die hier angelagerten Muskeln haben das Aussehen und die Textur der willkührlichen; auch vermögen wir die Bewegungen der Zungenwurzel und des Gaumensegels durch den Willen zu bestimmen, so wie die des Schlingens, ohne daß Nahrungsmittel vorhanden sind, vollständig auszuführen. Allein Letzteres ist, wie Magendie gelehrt hat, nur so lange möglich, als zu verschluckender Speichel da ist: macht man die Bewegung des Schlingens oftmahls unmittelbar hinter einander, so wird sie immer schwerer und endlich ganz unmöglich. Die Bewegung setzt also hier einen fortzubewegenden Körper, ein äußeres Object der Muskelthätigkeit voraus, und dies ist der Charakter der plastischen Muskeln. Wirklich können wir den Bissen, wenn er bis hinter die Zungenwurzel gelangt ist, kaum unverschluckt lassen, und willenlos wird der Speichel im Schlafe, in der Ohnmacht und beim Sopor durch die auf bloße Reizung der Schleimhaut erfolgende Reaction der Muskeln verschluckt, wie denn auch das Schlingen, ungeachtet es eine sehr zusammengesetzte Bewegung ist, schon vom reifen Embryo in gleicher Vollkommenheit wie vom erwachsenen Menschen ausgeführt wird. Der ganze Act aber besteht in Verkürzung des Canals und in einem Zusammenrücken der nach hinten und oben tretenden Zunge, des aufgehobenen Zungenbeins, des nach vorne aufsteigenden Kehlkopfs und Speiseröhrenkopfs und des herabgezogenen Gaumensegels: verschluckt man einen großen Bissen oder sonst mühsam, so beugt man den Kopf nach vorne, um eine größere Annäherung der genannten Theile zu bewirken.

a. a) Das Zungenbein wird gezogen nach hinten durch den Stylohyoïdeus, besonders aber nach vorne durch den Geniohyoïdeus, Mylohyoïdeus und Biventer maxillae. Hierzu muß aber der Unterkiefer fixirt, namentlich heraufgezogen sein; daher ist denn bei Brüchen, Verrenkungen und Beinfraß desselben, so wie selbst bei offnem Munde das Schlingen erschwert und unvollkommen.

b. b) Nachdem die Zungenwurzel durch die am Zungenbeine fixirten Muskeln herabgezogen war, um die Nahrung in den Rachen zu

leiten, wird sie nach hinten gezogen, also verkürzt und zugleich aufgehoben durch den Styloglossus und mehr senkrecht gehoben durch den Glossopalatinus. c) Das Gaumensegel ist eine Verlängerung der das Gaumengewölbe und den Boden der Nasenhöhle überziehenden Schleimhaut, welche als eine aus zwei Blättern bestehende und mit Muskeln ausgefüllte Falte zwischen der Mund- und der Rachenhöhle, oder in der Rachenenge in der Mitte über der Zungenwurzel herabhängt, seitlich aber in einem in zwei Schenkel gespaltenen Bogen zum Boden der Höhlen herabsteigt. Sein oberer Theil schließt zwei von der Grundfläche des Schädels herabsteigende, in einem nach unten gewölbten Bogen zusammenlaufende und dasselbe in die Quere spannende Muskelpaare in sich: den Petrostaphylinus, welcher schräge nach unten und vorne läuft, und das Gaumensegel nach oben und hinten zieht, so daß dessen hintere Fläche in ihrem obern Theile schräge aufwärts und rückwärts gekehrt wird; und den Sphenostaphylinus, der bei seinem Verlaufe nach unten und hinten dasselbe aufwärts und vorwärts zieht. Die seitlichen Schenkel oder Pfeiler sind wie Coulissen gestellt, so daß der vordere schmälere den hintern breitern von vorne her sehen läßt: der vordere steigt zur Zungenwurzel herab, und enthält den Glossopalatinus, der als Schließmuskel durch Heben der Zunge und Herabziehen des Gaumensegels den Rachen gegen die Mundhöhle abschließt und den Schenkel so gegen die Mittellinie zieht, daß er sich an die Zungenwurzel anlegt; der hintere senkt sich gegen den Speiseröhrenkopf herab und der in ihm enthaltene Pharyngopalatinus zieht letztern herauf, das Gaumensegel aber nach hinten herab und, wenn es durch die obern aufziehenden Muskeln fixirt ist, den Schenkel gegen die Mittellinie, so daß nur eine enge Spalte zwischen beiden hintern Schenkeln bleibt, in welcher das Zäpfchen hängt, wie dies besonders Dzondi (Nr. 748. S. 14) nachgewiesen hat. Während diese abziehenden Muskeln mit jenen aufziehenden in Antagonismus stehen, kann der Glossopalatinus mit dem Sphenostaphylinus gemeinschaftlich nach vorne, und der Pharyngopalatinus mit dem Petrostaphylinus nach hinten ziehen. Wie der Bissen das Gaumensegel berührt, wird es durch den Sphenosta-

phylinus gespannt und etwas nach vorne gezogen, worauf denn dasselbe sammt der Zunge bei eintretender Wirkung des Glossopalatinus den Bissen in den Rachen treibt und seinen Rücktritt in die Mundhöhle hindert. Hierauf wirkt der Pharyngopalatinus und zieht mit dem zugleich spannenden Petrostaphylinus das Gaumensegel etwas nach hinten, so daß dasselbe, schräge gestellt, den untern und vordern Theil der Rachenhöhle von ihrem obern hintern Theile scheidet, hierdurch aber die Nahrung von der Nasenhöhle abhält und nach dem Speiseröhrenkopfe leitet. Bei gespaltnem Gaumen kann man es nur durch Übung und bei langsamem Schlingen dahin bringen, daß der Eintritt in die Nase verhütet wird. Daß aber das Gaumensegel nicht, wie man früher annahm, heraufgeschlagen oder horizontal gestellt wird, hat Dzondi (a. a. O. S. 44 — 66) umständlich erwiesen. Das Zäpfchen, welches bei den Thieren, mit Ausnahme der Affen, fehlt, und dessen Verlust auch beim Menschen das Schlingen nicht wesentlich stört, scheint nicht sowohl mechanisch zu wirken, als vielmehr durch Fortpflanzung des Eindrucks die Thätigkeit des Gaumensegels zu rechter Zeit anzuregen, indem es vermöge seiner Stellung von den heran getriebenen Nahrungsmitteln zuerst berührt wird, und dann vermöge seiner ausgezeichneten Empfindlichkeit augenblicklich sich zusammenzieht. Übrigens wird bei manchen Vögeln, Amphibien und Fischen das Gaumensegel zum Theil dadurch ersetzt, daß wie Widerhaken nach hinten gekehrte Zähne oder Hornstacheln den Rücktritt der Speisen hindern. d) Der Kehlkopf wird durch den Hyothyreoïdeus gegen das Zungenbein und mit diesem durch den Geniohyoïdeus und Mylohyoïdeus gegen den Unterkiefer nach vorne und oben gezogen. Hierdurch werden denn die Bänder, welche den Kehldeckel am Zungenbeine und Schildknorpel befestigen und ihn im gespannten Zustande aufrecht erhalten, erschlafft, so daß er schon dadurch aus seiner aufrechten Stellung kommt, wie man dies beim Aufwärtsschieben von Zungenbein und Kehlkopf am Leichname sieht. Noch mehr aber wird er herabgedrückt durch die gegen ihn sich zurückziehende Zungenwurzel, unter welche der nach vorne gerückte Kehlkopf geschoben wird. So wird denn die Kehlritze bedeckt, und dadurch theils der Eintritt der Nahrung in

d.

den Kehlkopf, theils auch der Andrang derselben gegen die in hohem Grade empfindlichen Lippen der Kehlritze verhütet. Meyer (Nr. 198. 1814. III. S. 156) beobachtete an sich selbst, daß der Kehldeckel, dessen Empfindlichkeit er durch öfteres Betasten abgestumpft hatte, beim Schlingen sich herabsenkte. Das diese Senkung herbeiführende Aufsteigen des Kehlkopfs erfolgt unwillkührlich, und wir vermögen es, wenn wir ein Getränk in den Rachen gebracht haben, kaum zu verhindern; können wir aber den Drang dazu überwältigen, so erfolgt Husten, weil die Lippen der Kehlritze von der Flüssigkeit gereizt worden sind oder auch etwas davon in den Kehlkopf haben gelangen lassen. Dasselbe ist der Fall bei verschiedenen Abnormitäten des Kehldeckels (Nr. 95. VI. p. 89), wie denn z. B. bei einer Vereiterung desselben keine Speise anders als in Kugeln geformt, und keine Flüssigkeit anders als durch einen bis in den Speiseröhrenkopf reichenden Schlauch ohne Erstickungszufälle verschluckt werden konnte (Nr. 197. XIII. S. 163). Bei den immer oder zuweilen im Wasser sich aufhaltenden Säugethieren, als Robben und Fischottern, ist der Kehldeckel besonders groß, und außerdem ragt er sammt dem obern Theile des Kehlkopfs bei den Cetaceen so hoch in den Rachen und gegen die hintere Nasenöffnung herauf, daß die Nahrung nicht über ihm weg, sondern neben ihm vorbei gehen muß. e) Magendie (Nr. 747. p. 1—7) zeigte, daß der Kehldeckel bei den Mammalien zum Schlingen nicht schlechthin unentbehrlich ist, sondern die Verschließung der Kehlritze auch durch ihre eigne Muskelthätigkeit bewirkt werden kann: Hunde, denen er den Kehldeckel abgeschnitten oder herüber gezogen hatte, konnten sehr bald ohne Beschwerde schlingen, da sich die Lippen ihrer Kehlritze dabei an einander legten. Auch beobachtete er Fälle, wo das Schlingen bei Menschen ohne Kehldeckel leicht vor sich ging, dagegen bei Vereiterung an den Schnepfenknorpeln und Lippen der Kehlritze schwierig und unvollkommen war (Nr. 247. II. p. 63). Zugleich bemerkte er, daß der Cricothyreoïdeus beim Aufsteigen des Kehlkopfs den vordern Theil des Ringknorpels gegen den Schildknorpel heraufzieht, so daß die Kehlritze eine schräge Stellung nach hinten erhält (Nr. 747. p. 10). f) Die Kehlritze wird also zum Schlingen

für immer geschlossen, bei Amphibien und Vögeln durch ihre Schließmuskeln allein, bei den Mammalien außerdem noch und ganz vorzüglich durch den Kehldeckel. Dabei kann aber etwas Flüssigkeit auch in den Kehlkopf dringen, wie in einer hippokratischen Schrift behauptet worden war, und daß dies, wenn die Quantität nicht zu groß ist, ohne Gefahr geschehen könne, war das Resultat eines vormahls darüber geführten Streites (Nr. 95. VI. p. 89 sq.), so wie neuerer Beobachtungen (§. 903. A). Während des Schlingens wird aber das Athmen ausgesetzt; wie jedoch das damit verbundene Aufsteigen des Kehlkopfs und Verengern der Kehlritze Ausathmungsbewegungen sind, so kann dabei auch etwas Luft ausgeathmet werden, die dann durch die Nase abgeht. Hat man in einem langen Zuge getrunken, so athmet man tief ein; thut man dies hingegen während des Schlingens beim Lachen, Husten, Niesen, so verschluckt man sich. g) Der Speiseröhrenkopf steigt mit dem Zungenbeine und Kehlkopfe auf und wird außerdem durch den Pharyngopalatinus und Stylopharyngeus herauf und durch erstern nach vorne gegen das Gaumensegel hingezogen, so daß er dem von diesem geleiteten und von der Zungenwurzel getriebenen Bissen entgegenkommt und ihn auffängt. Hierzu wird er aber erweitert nach vorne hin durch das Vorrücken des Kehlkopfs, nach beiden Seiten hin aber durch den zugleich nach hinten aufziehenden Stylopharyngeus, während die hintere Wand an der Wirbelsäule befestigt ist. C) Der Speiseröhrenkopf beginnt nach Aufnahme des Bissens diesen durch Verengerung seines obern Theils herabzutreiben, indem die obersten zu der Seitenwand der Mundhöhle, dem Flügelfortsatze, dem Unterkiefer und der Zungenwurzel verlaufenden Fasern seiner Constrictoren sich zusammenziehen, die Zungenwurzel aber einem Rücktritte sich entgegen stellt. Hierauf treten die mittlern am Zungenbeine und die untern am Kehlkopfe befestigten Constrictoren in Thätigkeit, wobei letzterer sammt dem Zungenbeine, der Zunge und der Speiseröhrenkopf selbst herabsteigt, so daß der Bissen durch die über ihm sich zusammenziehenden ringförmigen Muskeln in die Speiseröhre getrieben wird. War die Bewegung in der Mundhöhle ganz willkührlich, und erhielt sie im Rachen eine

g.

C.

Beimischung von unwillkührlicher Thätigkeit, so gewinnt Letztere im Speiseröhrenkopfe die Oberhand, so daß, wenn das Schlingen hier durch die Größe des Bissens erschwert wird, die willkührliche Anstrengung bei Verlängerung des Halses durch Streckung des Kopfs nur zu Hülfe kommen kann. D) In der Speiseröhre endlich verliert die Willkühr allen Antheil an der Bewegung: bleibt ein Bissen hier stecken, so kann er durch keine willkührliche Anstrengung weiter gebracht werden und bei Thieren mit langem Halse sieht man ihn fortrücken, ohne daß die äußern Muskeln daran Antheil nehmen. Auch die Schwere bestimmt nicht: bei grasenden Pferden u. s. w. steigt der Bissen gegen das Gesetz der Schwere in der Speiseröhre herauf, und eben so kann der Mensch auch bei herabhängendem Kopfe Nahrung zu sich nehmen. Die plastischen Muskeln der Speiseröhre, die hier allein wirksam sind, behalten nach Nysten (Nr. 418. p. 345) das Vermögen auf galvanische Reizung sich zu bewegen bei enthaupteten Menschen eine bis drei Stunden nach dem Tode, also gleich den willkührlichen Muskeln länger als alle andere mit Ausnahme der Venensäcke des Herzens. Da sie durch feste Körper stärker gereizt werden, so können bei einer in Folge der Apoplexie eingetretenen lähmungsartigen Schwäche derselben bisweilen Speisen, aber keine Getränke verschluckt werden, ungeachtet diese sonst schneller in den Magen gelangen und vor dem Tode öfters mit einem hörbaren Geräusche in den Magen fließen. h) Die Speiseröhre, die bei manchen niedern Thieren, z. B. bei Cirrhopeden, den meisten Acephalen und manchen Insecten, wo der Magen dicht an die Mundhöhle sich anschließt, zu fehlen scheint, ist beim Menschen ungefähr 9 Zoll lang und hat einen Querdurchmesser von 8 Linien, während die vordere und hintere Wand einander berühren (Nr. 597. I. S. 484). Sie wird nur durch die von oben her eingetriebene Nahrung ausgedehnt; bei Ertrunkenen findet man hauptsächlich nur das vor dem Tode verschluckte Wasser im Magen, während es bei Leichnamen nicht leicht eindringt. Bei Thieren, die wenig oder gar nicht kauen, als Fischen, Amphibien, Vögeln, fleischfressenden Säugethieren und Wiederkäuern, die das zuerst nur grob zerschnittne Futter verschlingen, ist die Speiseröhre verhält-

nißmäßig sehr weit oder sehr dehnbar. i) Sie wird an jeder Stelle über dem Bissen durch ihre Ringfasern verengt, so daß sie ihn dicht umschließt, und unter ihm verkürzt. Nach Magendie (Nr. 247. II. p. 59. 64) soll der Bissen nur langsam bewegt werden, zuweilen erst nach zwei bis drei Minuten in den Magen kommen, auch bisweilen stecken bleiben und wieder eine Strecke heraufsteigen. Indeß gilt dies wohl nur von großen Bissen: bei heißen Speisen fühlt man die Hitze schon nach wenigen Secunden im Magen. Getränke gehen noch schneller durch. k) Magendie (ebd. p. 20) fand, daß die Ringfasern in den zwei obern Dritteln nach jeder Zusammenziehung sogleich erschlaffen, im untern Drittel dagegen, nachdem sie die Nahrung in den Magen getrieben haben, noch etwa eine halbe Minute zusammengezogen bleiben, so daß die Speiseröhre hier sich fest und elastisch anfühlt, bis plötzlich und meist gleichzeitig in dieser ganzen Strecke eine Erschlaffung erfolgt, worauf eine neue Zusammenziehung eintritt. So sah auch Beaumont (Nr. 712. S. 44), daß, wenn der von ihm beobachtete Mann mit der Magenfistel etwas Speise zu sich genommen hatte, der Magenmund 50 bis 80 Secunden lang sich schloß und dann erst wieder zu Aufnahme von Nahrung sich öffnete. Übrigens bemerkte Hallé in einem ähnlichen Falle, daß beim Eintritte des Bissens in den Magen auch ein Stück Schleimhaut der Speiseröhre durch die Verkürzung ihrer Längenmuskeln wulstförmig herein gedrängt wird (Nr. 247. II. p. 65). l) Das Zwerchfell schnürt bei seiner Zusammenziehung die Speiseröhre unten zusammen; daher kann während eines starken Einathmens die Nahrung nicht in den Magen gelangen, und umgekehrt wird durch die Anfüllung des untern Theils der Speiseröhre das Einathmen erschwert.

i.

k.

l.

§. 931. Der Magen A) bildet den Boden der Speiseröhre, fängt die von dieser fortgetriebene Nahrung auf und sammelt sie, indem sie bei seiner größern Geräumigkeit länger in ihm verweilen muß. Besonders sammelt sie sich in dem zunächst um den Magenmund (Kardia) her liegenden linken und von demselben aus als Blindsack (Boden) sich erstreckenden Theil, der einen Höhendurchmesser (von der obern zur untern Curvatur) von 4½ Zoll

A.

hat; demnächst im mittlern Theile, der 3½ bis 4 Zoll mißt, während der Durchmesser des rechten Theils nur 1½ bis 2 Zoll beträgt. Von diesem mittlern Verhältnisse beim Menschen weicht der Magen der pflanzenfressenden Thiere einerseits, der der fleischfressenden andererseits ab. Bei erstern nämlich ist er so gestaltet, daß die Nahrung länger in ihm verweilen muß, indem er einen größern Höhendurchmesser, einen längern Blindsack und eine kleinere obere Curvatur hat, so daß sein Mund und Pförtner einander näher liegen, dieser auch so gestellt ist, daß, zumahl bei seiner größern Enge, der Speisebrei nicht so leicht einen Ausgang findet. Bei Fleischfressern hingegen ist der Magen weniger sackförmig, als vielmehr ein gekrümmter, allmählig weiter und dann wieder enger werdender Schlauch, so daß Mund und Pförtner an den entgegengesetzten Enden liegen, und die obere Curvatur verhältnißmäßig länger ist. a) Der Magenmund wird so geschlossen, daß auch entbundene Gasarten nicht von selbst daraus entweichen: bei Überladung und gestörter Verdauung erfolgt ein erleichterndes Aufstoßen von Blähungen erst wenn eigenthümliche Bewegungen eingetreten oder durch flüchtig reizende Mittel hervorgerufen sind, und bei Kühen, die zu viel Klee gefressen haben, kann die daraus entwickelte Luft oft nur durch Berstung des Magens sich einen Ausweg bahnen. So konnte denn auch das Lakmus, welches Viridet lebenden Thieren in die Speiseröhre gebracht hatte, von der flüchtigen Säure des Magensaftes nicht geröthet werden (Nr. 95. VI. p. 106). Der Magenmund selbst hat keine so starken Ringfasern, die als Schließmuskeln wirken könnten; die der Speiseröhre leisten dies unmittelbar, nachdem sie die Nahrung in den Magen getrieben haben (§. 930. k). Nach Magendie (Nr. 247. II. p. 78) ist diese Zusammenziehung um so kräftiger und anhaltender, je voller der Magen ist; auch wird sie durch das Einathmen verstärkt, indem dabei das herabsteigende Zwerchfell den untern Theil der Speiseröhre zusammenschnürt. Aber auch im ruhenden Zustande ist die Speiseröhre in ihrer ganzen Länge durch diese Fasern so verengt, daß sie nur der von oben her in sie getriebenen Nahrung nachgiebt. Einiges kann auch der Umstand beitragen, daß der Mund des angefüllten Magens

mit der Speiseröhre einen Winkel bildet (d). Übrigens kommen auch bei manchen niedern und höhern Thieren Einschnürungen oder quere oder spirale Falten am Übergange der Speiseröhre in den Magen vor, welche den Rücktritt hindern können. b) Die Nahrung wird ferner im Magen zurück gehalten durch den Pförtner, dessen Öffnung während des Lebens gewöhnlich geschlossen ist, so daß selbst die einem Thiere durch die Speiseröhre eingeblasene Luft erst nach starker Ausdehnung des Magens in den Darm dringt (Nr. 689. p. 123). So geht auch bei Ertrunkenen das vor dem Tode verschluckte Wasser nicht in den Darm über, und man findet eine solche Verschließung auch an Leichnamen öfters (Nr. 95. V. p. 261. 278), wenn auch nicht so gewöhnlich, wie Andral angiebt. Besonders stark ist sie aber bei vollem Magen, wo z. B. Leveling (Nr. 357. S. 341) keine Sonde durchzuführen vermochte; hier wird sie nur durch die lebendige Thätigkeit des Magens überwunden (n). c) Der leere Magen ist ohne Bewegung durch die Muskelhaut verengt, so daß die Schleimhaut in Falten herein ragt, die man bei einer Magenfistel 5 bis 6 Linien hoch fand (Nr. 795. IV. S. 72); seine innere Fläche ist mit etwas Schleim bedeckt, und seine Gefäße sind geschlängelt und weniger gefüllt. Übrigens liegt er nicht so senkrecht, noch auch seine vordere Wand so platt an der hintern an, wie man es beim Leichname findet, sondern vermöge seines Lebensturgors ist seine Wandung mehr gewölbt und so auch seine große Curvatur nicht ganz gegen das Becken, sondern etwas gegen die Bauchwand gekehrt, wie denn Weitbrecht (Nr. 173. 1715. p. 233) auf Injection der Blutgefäße diese Stellung eintreten sah. d) Durch die aufgenommene Nahrung wird der Magen erweitert, indem die Muskelhaut der Ausdehnung nachgiebt, die Schleimhaut aber sich entfaltet, und durch eine gleiche Entfaltung des großen und kleinen Netzes der Bauchfellüberzug einen entsprechenden Zuwachs gewinnt. Außerdem, daß die Vermehrung des Lebensturgors, die stärkere Anfüllung und Streckung der Blutgefäße mitwirkt, wird die große Curvatur auch deshalb mehr als im nüchternen Zustande nach vorne gestellt, weil sie der bewegliche Theil des Magens ist und nach vorne bloß weiche

b.

c.

d.

Theile liegen, so daß sie hier sich leichter Raum schaffen kann, während Magenmund und Pförtner an Speiseröhre und Darm befestigt sind, mehr nach hinten liegen, wo die Bauchwand keine solche Nachgiebigkeit besitzt, und gleichsam als Angeln dienen, um welche die Drehung erfolgt. Hierdurch tritt nun die Oberbauchgegend, namentlich die Herzgrube, stärker gewölbt hervor; die Milz folgt natürlich der Drehung in eine mehr wagerechte Stellung; die Leber und der Darm aber wird gedrückt, so daß letzterer aus Bauchwunden stärker hervorgetrieben wird, während er bei leerem Magen mehr zurückgezogen ist, wie z. B. Vater (Nr. 172. XXXI. p. 89) beobachtete; das Zwerchfell endlich wird herauf gedrängt, so daß besonders bei Überfüllung das Einathmen und jede stärkere Athmungsbewegung, z. B. Rufen, hierdurch aber auch das Laufen oder irgend eine andere Muskelanstrengung erschwert ist. B) Die Bewegung des Magens ist bei Vivisectionen an vielen Thieren, so wie bei Fisteln desselben an Menschen unmittelbar beobachtet worden. Bei manchen Thieren ist sie träger und unscheinbarer als bei andern; auch ist sie bei Individuen derselben Gattung nicht nur nach Maaßgabe seiner Leere oder Anfüllung, sondern auch bei gleichem Zustande verschieden: so war sie z. B. unter vier Hunden, welche Spallanzani (Nr. 639. S. 215) bald nach der Fütterung in dieser Hinsicht untersuchte, bei zweien deutlich und bei den zwei andern nicht wahrzunehmen. Man hatte vermuthet, daß sie bloß bei geöffneter Bauchhöhle und durch die reizende Einwirkung der Luft entstehe; allein sie ist auch bei durchsichtigen wirbellosen Thieren im unverletzten Zustande von außen her zu bemerken, und Haller (Nr. 95. VI. p. 273) beobachtete sie auch bei Säugethieren, denen bloß die Brusthöhle geöffnet war, von dieser aus. Man sieht, wie an andern Muskelhäuten bald Verkürzung durch Längenfasern, bald Verengerung durch Querfasern mit entsprechenden Runzeln, und bei der Zusammenziehung einer Stelle eine Zunahme der Dicke und Festigkeit, so wie bei der Ausdehnung eine Verdünnung und Erweichung. c) Die Anbringung von Reizen während des Lebens oder kurz nach dem Tode, erregt den Magen in der Regel zu Bewegungen, die jedoch nicht so lebhaft sind, wie die der Därme.

Die Reizung der äußern Fläche durch chemische Agentien, als Weingeist, Mineralsäuren und metallische Salze, verursacht Zusammenziehungen und tiefe Furchen an der berührten Stelle, wobei auch die Speisen fortgetrieben werden (Nr. 95. VI. p. 260). Eben so wirkt die mechanische Reizung mit dem Messer oder der Nadel, und zwar, wie Spallanzani (a. a. O.) beobachtete, mit individueller Verschiedenheit: bei dem einen Thiere, wenn der Magen schon aufgehört hat sich gegen die in ihm enthaltenen Speisen zu bewegen, bei dem andern, wo er zuvor eine solche Bewegung nicht hatte wahrnehmen lassen, während bei noch andern gar keine Wirkung sichtbar wird. Die galvanische Reizung wirkt am beständigsten, und die Empfänglichkeit dafür dauerte nach Nysten (Nr. 418. p. 344) an Hunden, denen der Kopf abgeschnitten oder überhaupt der Einfluß des Gehirns aufgehoben war, etwas länger als am Darme, in der Regel über eine halbe Stunde, bisweilen aber auch über zwei Stunden nach dem Tode. Eine mechanische Reizung der innern Fläche zeigt sich besonders wirksam, wie dies Beaumont (Nr. 712. S. 60) erfuhr, wenn er in die Magenfistel des von ihm beobachteten Menschen eine Caoutchoucröhre einführte; eben so müssen nun auch die Nahrungsmittel wirken, weshalb denn auch die Bewegung aufhört, nachdem sich der Magen entleert hat, und auf äußere Reizung dann in geringerem Maaße erfolgt, als bei mäßiger Anfüllung desselben: je fester, unlöslicher die Nahrung ist, um so reizender zeigt sie sich, und um so stärker bewegt sich der Magen nach den Erfahrungen von Tiedemann (Nr. 643. I. S. 294) und Eberle (Nr. 713. S. 153). Hierzu tritt aber noch die chemische Reizkraft der Nahrung, wie denn Helm (Nr. 757. S. 13) sah, daß nach dem Genusse eines geistigen Getränks die Speisen kaum eine Stunde im Magen blieben und sich aus der Fistel hervordrängten, der Verband mochte auch noch so fest angelegt sein. Dagegen wird durch Opium die Bewegungskraft des Magens meist vertilgt (Nr. 95. VI. p. 262). f) Die Muskelkraft des Magens ist sehr verschieden. Im Ganzen genommen ist sie stärker, wo die Nahrungsmittel fremdartiger und schwerer zu verdauen sind, also bei pflanzenfressenden Thieren;

f.

aber hiervon abgesehen, wirkt sie auch stärker zermalmend, wo sie das Kauen ersetzen muß, und lebendiger oder die Nahrung schneller forttreibend, wo die Verdauungssäfte in gleichem Maaße wirksamer sind, wie sie denn umgekehrt bei Fischen und Amphibien träge ist, so daß die Nahrung hier länger verweilt, um verdaut zu werden. Ein Magen, der als eine Art Kauorgan die festen Speisen zu verkleinern bestimmt ist, zeichnet sich dadurch aus, daß seine Höhle enger und seine Schleimhaut nach außen mit einer dicken Muskelschicht, nach innen aber mit einem derben hornartigen oder kalkigen Schichtgebilde bekleidet ist, welches entweder aus drückenden und reibenden Platten, oder aus stechenden, zahnartigen Spitzen besteht. Bei Acephalen ragt in das Ende des Magens ein Kalkstück herein, auf welchem eine knorplige Platte mit drei Spitzen eingelenkt ist; bei mehreren Gasteropoden, z. B. den Aplysien folgt auf einen dünnhäutigen Magen ein musculöser mit mehreren im Kreise stehenden konischen Knorpelplatten, die bei seinen Bewegungen auf einander treffen, und ein dritter Magen ist mit krummen Stacheln besetzt; so haben auch einige Pteropoden Hornzähne im Magen. Bei mehreren Anneliden, z. B. Aphrodite, ist der Magen stark musculös, mit einem schwieligen Epithelium und knorpelartigen Zähnen versehen. Bei allen Insecten, welche auf harte Nahrung gewiesen sind, als fleischfressenden und Holz nagenden Koleopteren, Orthopteren und Neuropteren liegt vor dem eigentlichen Magen ein Muskelmagen, welcher faltig und mit Hornleisten oder Stacheln besetzt ist. Unter den Crustaceen haben die Dekapoden am Ende ihres Magens ein aus fünf mit Zähnen besetzten und durch eigne Muskeln gegen einander zu bewegenden Kalkstücken bestehendes Gerüste. Bei mehreren Vögeln, namentlich den zoophagischen, ist der Magen nur dünnhäutig; bei phytophagischen ist er musculöser, und zwar am stärksten bei den Körner fressenden, wo er zwei starke, sehr feste Muskelschichten, die aus strahligen Fasern fast ohne alles Zellgewebe bestehen, und eine hornartige Schwiele hat, die von Zeit zu Zeit sich ablöst und wieder ersetzt wird; bei einer ostindischen Taubenart bildet dies Epithelium zwei einander gegenüber liegende hornartige Auswüchse, zwischen denen die Körner zermalmt

werden (Nr. 173. 1752. p. 297). Unter den Säugethieren hat das Schuppenthier einen dünnwandigen Mundtheil und einen stark musculösen mit schwieligem Epithelium ausgekleideten Pförtnertheil. Bei Einhufern und Schweinen hat dagegen nur der Mundtheil ein eben so starkes Epithelium als die Speiseröhre, und dadurch ein weißliches Aussehen; bei den Fleischfressern ist der Magen an seiner ganzen innern Fläche gleichförmig röthlich, mit zartem Epithelium und schwachen Muskelfasern, die jedoch immer noch stärker sind als beim Menschen. g) Die zuerst von Borelli und Redi angestellten Versuche über die Kraft des Muskelmagens von Vögeln wurden von Reaumur umsichtiger wiederholt: bei einem Huhne waren verschluckte hohle Glaskugeln, die meist nur durch ein Gewicht von 4 Pfund zu zerdrücken waren, nach drei Stunden zermalmt (Nr. 172. 1752. p. 273 sqq.); Röhren von Eisenblech, die an beiden Enden mit angelötheten Deckeln versehen waren und die nur durch einen Druck von 80 Pfund eingebogen werden konnten, waren bei Truthühnern nach 24 bis 48 Stunden platt gedrückt, zum Theil aufgerollt, die Deckelplatten verbogen oder ausgetrieben (ebd. p. 279 sqq.); 24 Wallnüsse waren bei einem Truthahne, und Haselnüsse bei einem Haushahne schon binnen 4 Stunden zermalmt (ebd. p. 292 sq.). Eben so sah Spallanzani (a. a. O. S. 9. 14), daß kleine Glaskugeln im Magen eines Huhns nach 3 Stunden in kleine Stücke zermalmt und zuletzt in ein feines Pulver verwandelt waren, und daß an einem Granat im Magen einer Taube nach einem Monate alle Ecken abgeschliffen waren. So werden auch bei einer Meisenart Schneckenschalen im Magen zerrieben (Nr. 196. XXVII. S. 234) u. s. w. — Reaumur (a. a. O. p. 291) fand dies Organ bei Enten nicht stark genug, um jene Blechröhren verbiegen zu können; und Spallanzani (a. a. O. S. 54) nennt es einen Mittelmagen, wenn, wie dies z. B. bei Krähen der Fall ist, dünne Röhren darin verbogen werden, stärkere aber nicht. Der Magen von Rindern (ebd. S. 145), so wie von Hunden (ebd. S. 214), verbog auch schwache Röhrchen nicht; eben so gingen Röhrchen, die aus ganz dünnem Holze gefertigt waren, so daß sie beim leisesten Drucke des Fingers zerbrachen,

wenn sie Spallanzani selbst verschluckt hatte, ganz unversehrt durch den Darm ab; von 25 reifen Weinbeeren mit ganz weicher Schale wurden 18 eben so unversehrt ausgeleert; dasselbe galt von den meisten Kirschen und von allen unreifen Weinbeeren. — Übrigens haben die Jatromathematiker hier ein freies Feld für ihre Berechnungen gefunden: so schätzte Pitcarn, da die Kraft der Muskeln ihrem Gewichte entsprechen sollte, die des menschlichen Magens wegen des Verhältnisses seines Gewichts zu dem des Daumenbeugers, dessen Kraft nach Borelli 3720 Pfund betragen sollte, auf 12,951 Pfund; Fracassini überbot ihn mit 117,088, und Wainewrigth mit 260,000 Pfund (Nr. 95. VI. p. 274). h) Eben so hatte man daraus, daß eine Muskelfaser nur um ein Drittel ihrer Länge sich verkürzen könne, gefolgert, im Magen der Mammalien blieben auch bei der stärksten Zusammenziehung immer noch zwei Drittel seiner Höhle offen; indeß hat man wiederholt gesehen, daß er auch ziemlich kleine Körper von allen Seiten dicht umschließt, und da er sich oft ganz entleert, Nadeln und Körnchen austreibt, auch Haare und dergleichen in Kugeln ballt, so scheint er wohl ungleich weiter sich zusammenziehen zu können (ebd. p. 262 sqq.). Übrigens zeigt er auch die lebhafteste Bewegung in seinem engern mehr musculösen Theile gegen den Pförtner hin, so wie da, wo er am freiesten ist, nämlich an der großen Curvatur. i) Nach Eberle (Nr. 713. S. 52) zieht er sich nach Aufnahme der Speise zuerst gleichförmig und anhaltend um dieselbe zusammen; fängt diese an erweicht und breiartig zu werden, so wird seine Spannung ungleich, und nun geräth er in sichtbare Bewegung. Diese ist im Ganzen ruhig, wellenförmig, langsam vorrückend vom Munde gegen den Pförtner und von da wieder zurück, bisweilen, wie auch Tiedemann (Nr. 643. I. S. 294) bemerkt, von beiden Enden zugleich ausgehend und in der Mitte zusammentreffend. Die gewöhnlichen vom Munde ausgehenden und zu ihm zurückkehrenden Bewegungen, wie sie Haller (Nr. 95. VI. p. 276), Spallanzani (Nr. 639. S. 215) und Andere sahen, beobachtete auch Beaumont (Nr. 712. S. 75), indem das durch die Fistel in den Magen gebrachte Thermometer entspre-

chende Umwälzungen machte, die eine bis drei Minuten dauerten, anfangs langsamer, bei fortschreitender Chymusbildung schneller waren, wo die Bewegung überhaupt stärker und mehr gegen den Pförtner hin gerichtet wurde. Dagegen soll nach Magendie die Bewegung im Pförtnertheile beginnen, sich bei vollem Magen auf diese Gegend beschränken, erst wenn er sich entleert eine weitere Ausbreitung gewinnen, und wenn er beinahe leer ist, im Mundtheile erscheinen. k) Haller (Nr. 95. VI. p. 263) sah, wie andere Beobachter, bei Menschen und bei Thieren den einfachen Magen öfters in der Mitte eingeschnürt, so daß er in zwei Hälften getheilt war, von denen beim Biber die eine die noch unverdaute feste, die andere die mehr flüssige Nahrung enthielt. Nun behauptete Home (Nr. 172. 1807. p. 139. Nr. 165. I. p. 139), daß eine solche Einschnürung nicht genau in der Mitte, sondern mehr nach dem Pförtner hin regelmäßig während der Verdauung eintrete, und (ebd. p. 223) daß die Flüssigkeit besonders im Mundtheile, die feste Substanz im Pförtnertheile sich sammle. Dies war unstreitig zu weit gegangen: Tiedemann (a. a. O. S. 293) und Eberle (a. a. O. S. 51) sahen eine solche Abtheilung während der Verdauung nie entstehen, und nach Magendie findet sich das Getränk gerade nur in der Pförtnergegend und im mittlern Theile des Magens. Daß indeß in letzterer Gegend unter manchen Umständen eine überwiegende Thätigkeit der Ringfasern eintritt, ist nicht unwahrscheinlich, da diese Einschnürung öfters bei plötzlich verstorbenen Menschen (Nr. 689. p. 132), besonders nach vorhergegangenem Erbrechen gefunden und nicht selten durch Einblasen von Luft gehoben worden ist (Nr. 142. II. S. 444—449), und da die unten (n) anzuführende Beobachtung Beaumonts darauf hindeutet. l) Die Nahrungsmittel werden von dem engen, starken Muskelmagen gequetscht und zerrieben, von dem geräumigern und dünnhäutigern Magen aber herum getrieben, unter einander so wie mit Magensaft gemengt und geknetet. Nach den Bewegungen zu urtheilen, welche ein von Beaumont in den Magen gesteckter Stab (ein Thermometer) an seinem herausragenden Theile zeigte, würde die Nahrung vom Munde aus zum Pförtner an der großen, und

von diesem zu jenem an der kleinen Curvatur hingehen. Wo der Magen eine Partie Speisen von allen Seiten umfaßt, kann er sie auch zusammenballen, wie denn z. B. nach Wilson (Nr. 563. S. 120) bei Kaninchen im Blindsacke des Magens zwischen den Falten dergleichen kuglige Massen von Futter gebildet werden. Wenn die ganze im Magen eingeschloßne Masse von Speisen einen Ballen bildet, so soll nach Wilson (ebd. S. 114) und Eberle (Nr. 713. S. 153) jeder neu hinzukommende Bissen in den Ballen eingepreßt werden, in dessen Innrem zu liegen kommen und die früher aufgenommne Nahrung nach außen drängen, was besonders bei verschieden gefärbten Speisen sichtbar sein soll. Indeß dürfte ein solcher Hergang wohl nur dann glaublich sein, wenn das früher Genoßne bereits so erweicht und breiig ist, daß es von den hinzutretenden noch festen Speisen leicht zu verdrängen ist; Beaumont (a. a. O. S. 61. 75 fg.) fand immer, daß die zu verschiedenen Zeiten genoßnen Speisen alsbald gleichförmig mit einander gemengt wurden. m) Die Bauchhöhle ist von ihren Organen und von der Secretion des Bauchfells vollständig ausgefüllt; man findet daher nicht selten den Magen durchbohrt oder durch Eiterung geöffnet, ohne daß Speisebrei ausgetreten ist, indem die dicht anliegende Bauchwand die Öffnung geschlossen hat. So kann denn auch kein Organ hier sich verschieben oder ausdehnen, ohne auf die andern zu drücken; und wie der angefüllte Magen so auf seine Umgebungen wirkt, so erfährt er von diesen eine gleiche Einwirkung. Er wird beim Einathmen vom Zwerchfelle abwärts und vorwärts gedrängt: an einem Ochsen sah man den Speisebrei hierdurch einige Schritt weit aus einer gemachten Öffnung ausgesprützt werden (Nr. 95. VI. p. 259). Die Bauchmuskeln sind ein Gürtel, welcher die Eingeweide wagerecht und rückwärts drängt, in Gemeinschaft mit dem Zwerchfelle auch auf den Magen drückt und hierdurch diesen selbst zu kräftigern Bewegungen anregt, so daß die Verdauung schwerer Speisen durch starkes Einathmen und Einziehen des Bauchs willkührlich befördert werden kann. So läßt sich auch der Magen durch äußern Druck verschieben; daher findet man ihn denn in Leichnamen von Frauen, die sich stark geschnürt hatten, nicht

selten in einer ganz widernatürlichen Lage. C) Gegen Ende der Verdauung, wo die Bildung des Speisebreies schon bedeutend vorgeschritten ist, wird die Bewegung des Magens lebhafter, besonders in dem überhaupt mit stärkerer Muskelkraft versehenen Pförtnertheile, wodurch der Speisebrei in den Darm geführt wird. n) Dies geschieht dadurch, daß ungefähr von der Mitte des Magens eine kräftige Bewegung ausgeht und durch den Pförtner, dessen Klappe dabei durch die Längenmuskeln überwunden wird, bis zur ersten Krümmung des Gallendarms sich fortpflanzt, worauf sie von hier aus in umgekehrter Richtung wieder gegen die Mitte des Magens hin geht. Indem diese Bewegungen sich wiederholen, gelangt allemahl nur das, was an der Spitze des vorgeschobenen Speisebreies sich findet, weit genug, um im Gallendarme bleiben zu können, während der nachrückende Theil in den Magen zurückkehren muß, so daß mithin der Speisebrei nur in kleinen Portionen übergeführt wird. Beaumont (a. a. O. S. 76 fgg.) bemerkte an dem Menschen, welcher der Gegenstand seiner Beobachtungen war, daß die austreibenden Bewegungen von den 3 bis 4 Zoll vom äußersten Ende des Pförtners liegenden Ringfasern ausgehen, welche dann eine Einschnürung bilden und von ihm das Transversalband genannt werden. Brachte er im letzten Zeitraume der Verdauung die Thermometerkugel in dieser Gegend ein, so wurde sie, nachdem sie durch eine anfängliche Zusammenziehung einen bald nachlassenden Widerstand gefunden hatte, mit einiger Gewalt 3 bis 4 Zoll gegen den Pförtner gezogen, dann wieder zurückgeschoben und dabei etwas, bisweilen ganz herum, gedreht. Ließ er die Thermometerröhre frei, so wurde sie bis 10 Zoll tief, also weit in den Gallendarm, eingetrieben und ließ sich nur mit einiger Mühe zurückbringen, ging aber nach einigen Minuten von selbst 3 bis 4 Zoll zurück, von wo sie sich leicht vollends ausziehen ließ. Brachte er sie links vom Transversalbande ein, so ließ sie sich leicht nach allen Richtungen bewegen und neigte sich meist gegen den Blindsack, ohne jedoch herein gezogen und fest gehalten zu werden, wie auf der rechten Seite. Auf letzterer dauerte jede Bewegung gegen den Darm ungefähr 2 bis 5 Minuten; bei der dann eintretenden

und eben so lange anhaltenden rückgängigen Bewegung erschlaffte das Transversalband, und der Speisebrei wurde gegen den Blindsack getrieben, um von da von Neuem umgewälzt zu werden. Diese Bewegungen wiederholten sich so lange, bis der Magen leer war. Die Stellung des vollen Magens, bei welcher der Pförtner in gleicher Ebene mit dem Gallengange steht, mag den Austritt des Speisebreies erleichtern, ohne ein wesentliches Moment dafür abzugeben. Hat sich die Pförtnerklappe wieder geschlossen, so erschwert sie den Eintritt aus dem Darme in den Magen: Gallensteine kommen selten in ihn; Galle wird öfter dahin getrieben. o) Der Speisebrei geht theilweise, so wie er sich zu bilden angefangen hat, aus dem Magen, denn er nimmt fortdauernd ab (ebd. S. 76); nur ist dieser Abgang anfangs langsamer, als späterhin, wo alle vorhandene Nahrung in Speisebrei verwandelt ist (ebd. S. 65). Man findet auch Alles, was in der Nähe des Pförtners liegt, mehr verdaut.

§. 932. Die Bewegung der Därme tritt nicht etwa erst nach dem Tode oder nach Öffnung des Unterleibes ein, sondern ist auch bei lebenden Thieren sichtbar und fühlbar (Nr. 713. S. 310) und läßt sich auch bei unverletztem Bauchfelle oder auch bei unverletzten Bauchwänden von der Brusthöhle aus beobachten (Nr. 95. VII. p. 83 sq.); bei niedern Thieren mit durchsichtiger Leibeswand, z. B. beim Monoculus, ist sie von außen her sichtbar. a) Daß sie nicht vom Willen abhängt, wird bei Bauchwunden oder widernatürlichem After offenbar, wie denn auch sonst keine willkührliche Anstrengung sie ersetzen und, wenn sie fehlt, eine Ausleerung bewirken kann. Sie dauert auch bei geöffneter Bauchhöhle fort; die Bauchmuskeln sind also nicht das Bedingende, üben aber doch einen Einfluß aus, indem sie durch ihren Druck den Darm zu einer lebhaftern Bewegung anregen, und hierauf beruht es großentheils, daß eine zu rechter Zeit vorgenommene Leibesbewegung die Verdauung befördert. Bei Öffnung der Bauchhöhle eines Thieres erkennt man deutlich, daß die anfangs schwache Bewegung des Darms allmählig lebhafter und stärker wird: so sah **Krimer** (Nr. 449. 1821. I. S. 237) bei einem Hunde, dem er ein Stück aus den Bauchmuskeln geschnitten hatte, durch

das Bauchfell hindurch nur eine schwache Darmbewegung, die aber nach Öffnung des Bauchfells stärker wurde und, als die Därme vorfielen, an Kraft und Ausbreitung zunahm. Zum Theil kann dies auf der Befreiung von den beengenden Darmwänden beruhen; den meisten Antheil daran hat aber die reizende Einwirkung der Luft: denn außerdem, daß nach Einsprützung von Luft durch Mund oder After die Darmbewegung, die zuvor gar nicht zu bemerken gewesen war, sehr stark hervortritt (ebd. S. 238 fg.), so hat man auch gesehen, daß Därme, welche seit langer Zeit vorgefallen waren, wenn sie von dem gewöhnlichen Tragebeutel entblößt wurden, in Turgescenz und lebhafte Bewegung geriethen, und wenn letztere nach einiger Zeit nachließ, immer noch etwas turgid blieben (Nr. 229. XIX. S. 193). Die verschluckte oder aus den Speisen entwickelte Luft muß also auch für gewöhnlich einige Reizung verursachen. Die Nahrungsmittel reizen ebenfalls: mäßig damit angefüllte Därme bewegen sich lebhafter, und, wie Eberle (Nr. 713. S. 310) bemerkt, um so kräftiger, je reizender und saurer der Speisebrei ist. Besonders stark wirkt die Galle: fließt sie zu reichlich zu, so entsteht Kollern in den Därmen und Durchfall, und mangelt sie, so wird der Stuhlgang träge. Auch zeigen sich an der äußern oder innern Fläche angebrachte mechanische oder chemische Reize wirksam: so entstand z. B. an einem ausgetretenen Darmstücke bei Umschlägen mit warmem Weine eine starke Bewegung; in einem ähnlichen Falle war diese bei mechanischer Reizung sehr langsam und kaum sichtbar, beim Galvanisiren lebhaft und beim Bestreichen der Oberfläche mit Kalilösung noch stärker (Nr. 546. I. S. 336 fg.).

b. b) Bei den Mammalien ist die Bewegung der Därme lebhafter als bei den drei andern Classen der Wirbelthiere. Nach Nysten (Nr. 418. p. 344) soll sie gewöhnlich nicht viel länger als eine halbe Stunde nach dem Tode durch Galvanismus erregt werden können; allein auch ohne angebrachte besondere Reize dauert sie oft viel länger, wie man dies fast an allen geschlachteten Schafen sieht, ja sie wird dann bisweilen noch stärker, als sie im Leben gewesen war (Nr. 95. VII. p. 84), was Fontana (Nr. 555. S. 48 fg.) aus der durch den Stillstand des Kreislaufs entstandnen

Aufhebung des Gleichgewichts der Muskelfasern gegen das Blut erklärt. Bei Anbringung eines Reizes zieht sich die berührte Stelle langsam, aber meist kräftig zusammen, so daß sie eine Grube bildet, und von ihr aus pflanzt sich dann bei gehöriger Reizbarkeit die Bewegung über die angränzenden Theile fort. Nicht selten steigt die Zusammenziehung bis zu völliger Verschließung der Höhle (Nr. 95. VII. p. 76), wie denn auch bisweilen ein Stück Darm um fremde Körper, z. B. Kirschkerne, sackförmig sich zusammenzieht und sie lange Zeit eingeschlossen hält, oder zwischen zwei zusammengezogenen Stellen eine Quantität Luft einsperrt (Nr. 449. 1821. I. S. 243 fgg.). Übrigens wird die Bewegung im Innern durch den Darmsaft und Darmschleim, und im Äußern durch die seröse Secretion des Bauchfells bedingt; um so freier ist sie hier, je länger das Gekröse ist, wie denn in umgekehrtem Falle bei Verwachsung der Därme unter einander in Folge von Exsudation Verstopfung einzutreten pflegt. c) Im Ganzen genommen ist die Bewegung unregelmäßig, so daß sie gewissermaaßen den Schein von Willkühr annimmt: sie setzt bisweilen aus und fängt zu unbestimmter Zeit ohne äußern Anlaß wieder an; sie schreitet nicht ununterbrochen fort, sondern endet an dem einen Puncte und beginnt wieder an einer entferntern Stelle; bald geht sie nach oben oder nach der einen Seite hin, bald wieder in entgegengesetzter Richtung; bald ist sie auf eine Stelle beschränkt, bald allgemein, so daß alle Därme wie Würmer durch einander kriechen. Indem die Ringfasern eine Stelle verengen, geben sie feste Puncte ab, gegen welche die Längenfasern die nächste Strecke verkürzen. Da letztere bei einem queren Schnitte vornehmlich verwundet und gereizt werden, auch ihre Insertionspuncte an den Ringfasern verlieren, so verkürzen sie sich und die Wundränder werden dadurch lippenförmig nach außen umgekehrt; am obern Ende eines durchschnittnen Darms ist dies stärker als am untern; eine solche Umstülpung bemerkt man auch am widernatürlichen After. Wird eine Strecke erweitert, so kann die nächste verkürzte Stelle, wenn sie zugleich verengert ist, in jene eingeschoben werden und leicht die Höhlung völlig schließen. d) Der Speisebrei wird an jeder von den Ringfasern verengerten

Stelle nach beiden Seiten hin getrieben, indem die Längenfasern der angränzenden Stellen diese verkürzen, ihm also entgegen kommen und ihn aufnehmen. Die Zusammenziehung der Ringfasern pflanzt sich wellenförmig nach oben wie nach unten fort; so wird ein Theil des Speisebreies zurückgetrieben, dadurch seine Ausleerung verzögert, mithin die Verdauung verlängert und vervollständigt; aber die Bewegung nach unten hin ist überwiegend. Wo der Darm bedeutend, besonders in einem Winkel, sich umbeugt, wird der Fortgang etwas gehemmt, und erst dann wieder freier, wenn die Längenfasern an der gewölbten Seite durch ihre Verkürzung die Stelle gerade strecken. Bei dem von allen Seiten her auf ihn treffenden Drucke wird der Speisebrei durch einander gerührt und unter sich, so wie mit den secernirten Flüssigkeiten gemengt. Dies verursacht in Verbindung mit der fortschreitenden Bewegung, wie auch mit der etwanigen Entwicklung von Gas, das Geräusch, welches man vernimmt, wenn man sein Ohr an den Bauch eines Menschen hält, bei welchem die Verdauungsthätigkeit lebhaft vor sich geht. Indem bei der Verengerung die Falten und Zotten in den Speisebrei eingetaucht und in innigere Berührung mit ihm gebracht werden, wird ohne Zweifel auch die Einsaugung begünstigt; und es muß dadurch nicht bloß der Schleim aus seinen Gruben gepreßt, sondern auch die Absonderung des Darmsaftes verstärkt werden, da die Bewegung überhaupt die Secretion vermehrt, und man bei der eines vorgefallnen Darmstücks selbst die Secretion am Bauchfellüberzuge hat zunehmen sehen (Nr. 229. XIX. S. 195). e) Der Gallendarm (Duodenum) tritt in seinem obern wagerechten Theile gleichzeitig mit dem Pförtnertheile des Magens in Thätigkeit, so daß er abwechselnd die von diesem ausgehende Bewegung fortpflanzt, und wiederum eine gegen den Magen fortschreitende Bewegung anhebt. Da er nicht vom Bauchfelle allseitig bekleidet, vielmehr durch einen zellgewebigen Überzug an den benachbarten Theilen befestigt, mithin weniger frei beweglich ist als der übrige Mitteldarm, da er ferner diesen an Weite übertrifft, und zwei beinahe rechtwinklige Krümmungen bildet, so muß er ungeachtet seiner ziemlich starken Muskelhaut den Speisebrei verhältnißmäßig länger zurückhalten.

e.

f. f) Die Grimmdarmklappe ist das vermöge der kürzern Längenfasern in den Anfang des Afterdarms eingeschobene Ende des Mitteldarms, dessen Lippen durch den Andrang des Speisebreies vom Blinddarme und besonders vom Grimmdarme her vor die Öffnung gelegt werden, so daß in der Regel nichts in den Mitteldarm zurück treten kann. Der Grimmdarm ist wegen der Kürze des äußern Blattes seines Gekröses nicht so frei beweglich wie der Mitteldarm, treibt auch vermöge seiner Weite und der schwächern Entwicklung seiner Ringfasern seinen Inhalt langsamer fort, und gestattet ihm in seinen Krümmungen einigen Aufenthalt.

A. §. 933. A) Mehrere der niedern Thiere, welche gleich Pflanzen bloß flüssige Nahrung aufnehmen, z. B. Saugwürmer und Blasenwürmer, ähneln auch darin den Pflanzen, daß sie die unassimilirt gebliebenen Stoffe nur in ganz flüssiger Form und fortdauernd, daher unmerklich, von sich geben. Bei allen übrigen Thieren bleiben palpable Überreste der Nahrung zurück, welche nicht continuirlich, sondern als Koth durch zeitweise Acte der Egestion ausgestoßen werden. Der Verdauungscanal dient aber auch als Sammelplatz für Auswurfstoffe, die aus dem Blute ausgeschieden sind, und theils an einer höhern Stelle eintreten, um noch bei der Verdauung mitzuwirken, theils in den Afterdarm kommen, um auf dem nächsten Wege ausgeführt zu werden. Zu dieser letztern Kategorie gehören außer manchen, besonders bei einzelnen wirbellosen Thieren vorkommenden, ihrer Natur und Beziehung nach wenig bekannten Secretionen, besonders der Harn und das Zeugungsproduct. Das Ende des Verdauungscanals bildet daher mit dem Ausgange der Harn- und Zeugungsorgane die eigentlich egestive Sphäre des Organismus, welche auf einer untern Bildungsstufe, und zwar sowohl bei niedern Thieren (§. 124. 563. C. 804. f) als auch beim Embryo (§. 447. 451. 455) mehr oder weniger in einem Organe vereint ist. Auf einer höhern Stufe sind die hierher gehörigen Gebilde bestimmter begränzt, und, während Harn- und Zeugungsorgane noch in einander münden (§. 138), hat das Ende des Verdauungscanals seine eigne Mündung gewonnen. Aber sie bleiben an einander

gelagert, organisch und consensuell unter einander verbunden, und die Zeugungsegestion (§. 282. e — g. 483. C. 484) geschieht auf ganz gleiche Weise wie die Darm- und Harnausleerung. Jedes dieser Organe hat nämlich seine eignen plastischen Muskeln erhalten, jedoch außer den Zweigen vom Rumpfnerven auch solche vom untern Ende des Rückenmarks; ihr Zustand wirkt daher lebhaft auf das Gemeingefühl ein und regt hierdurch den Willen zu Actionen an, welche der Thätigkeit der plastischen Muskeln zu Hülfe kommen. Die animale Peripherie, in welcher die Willensäußerung ihr Gebiet findet, ist hier die Wandung der Unterleibshöhle, welche, von oben, von den Seiten und von unten her zugleich mit ihren Flächen wirkend, als Bauchpresse bezeichnet wird. Das zeltförmig ausgespannte Zwerchfell treibt, indem es herabsteigt, die Eingeweide nach unten. Die gürtelförmig umgebenden Bauchmuskeln drängen sie von den Seiten nach innen und von vorne nach hinten. Der grubenförmige Boden endlich wird außer sehnigen Ausbreitungen von dem Levator ani gebildet, der von den Rändern der untern Beckenöffnung mit convergirenden Fasern nach innen und unten zum Mastdarme geht und, indem er sich zusammenzieht, die auf ihm ruhenden Beckenorgane heraufhebt, den Mastdarm nach oben zieht, und den Boden der Harnblase, die Samenbläschen und den Fruchtgang in die Höhe preßt. B) Bei der Egestion des Darms führt die Willkühr das weiter durch, was die plastische Bewegung begonnen hat, während es bei der Ingestion umgekehrt sich verhält. Beide polare Endpuncte haben eine gewisse Ähnlichkeit mit einander, während an dem einen das animale Leben zu Sinnesthätigkeit und freier Bewegung gesteigert ist, am andern bei regem Gemeingefühle die Bewegung einfach und auf rein materielle Wirkung beschränkt ist. So reicht der durch die höhere Entwicklung seiner plastischen Längenmuskeln der Speiseröhre ähnelnde Mastdarm bis zum After; und die dem Ringmuskel der Lippen entsprechenden Schließmuskeln des Afters sind bei ihrer eingeschränkten Wirksamkeit nur zum geringern Theile der Herrschaft des Willens unterworfen. Wie aber auf einzelnen Stufen der Thierreihe der Mund in einen Rüssel verlängert ist, so verlängert sich auch der After bisweilen

B.

röhrenförmig, z. B. bei einigen Acephalen, während das männliche Egestionsorgan von Harn und Zeugungsflüssigkeit in einem analogen Cylinder hervortritt, der After hingegen beim Menschen durch die sich aufwölbenden Hinterbacken mehr zurückgezogen ist als bei den Thieren. a) Der Mastdarm sammelt den vom Grimmdarme in ihn getriebenen Koth, da er durch die Schließmuskeln des Afters nach unten zu etwas zusammengefaltet und im After selbst geschlossen ist. Der innre Schließmuskel besteht aus angehäuften plastischen Ringfasern, ist vermöge seiner Lebendigkeit anhaltend verkürzt, und erschlafft erst im Sterben so weit, daß etwas Koth austreten kann, während er von einem Leiden des Rückenmarks nicht afficirt wird. Der äußere hingegen nähert sich mehr den willkührlichen Muskeln, wie man denn durch seine stärkere Zusammenziehung die Ausleerung hindern kann. Der innere Schließmuskel zieht sich auf mechanische Reizung mehr zusammen, so daß er den bei chirurgischen Untersuchungen eingebrachten Finger preßt; und so schließt er denn auch den After fester zu, wenn der Koth in das untere Ende des Mastdarms kommt. Letzterer ist bedeutend dehnbar, da seine Querfasern keine geschloßnen Ringe bilden, und er in keinen Bauchfellüberzug eingeschlossen, sondern nur durch lockeres, Fett haltendes Zellgewebe mit den umliegenden weichen und nachgiebigen Organen verbunden wird. Man findet ihn auch häufig sackförmig ausgedehnt, und daher ist es denn sehr unwahrscheinlich, daß er erst bei der Ausleerung selbst den bisher in der S förmigen Krümmung des Grimmdarms angesammelten Koth aufnehme, wie O'Beirne (Nr. 581. XIX. p. 1 sqq.) behauptet. Dieser gründet seine Meinung darauf, daß man beim Setzen eines Klystiers und beim Sondiren den Mastdarm gewöhnlich leer finde, und die Sonde erst 6 bis 8 Zoll über dem After auf Koth stoße; übrigens soll die S förmige Krümmung im leeren Zustande über und neben dem Mastdarme in das Becken herabhängen, und bei ihrer Anfüllung in die Grube des linken Hüftbeins herauf steigen. Da dieser Theil des Grimmdarms keine unvermischte Rückenmarksnerven besitzt, so möchte er schwerlich geeignet sein, das Bedürfniß der Ausleerung zur Perception zu bringen. Übrigens wird

jene Meinung durch Leichenöffnungen nicht bestätigt. b) Hat die Ausdehnung einen gewissen Grad erreicht, so wirkt der Koth als Reiz auf die Muskeln des Mastdarms. Der dadurch erweckte Drang zur Ausleerung tritt gewöhnlich alle 24 Stunden ein, am häufigsten des Morgens nach dem Erwachen (§. 597. i), und nimmt gern einen periodischen Typus an, so daß die Angewöhnung, zu einer bestimmten Stunde zu Stuhl zu gehen, ein Hülfsmittel gegen habituelle Verstopfung wird. Der Mastdarm überwindet die Kraft der Schließmuskeln, indem er durch seine nach unten fortschreitende Bewegung den Koth gegen den After treibt, so daß bei Thieren, denen man die Bauchhöhle geöffnet hat, nicht selten noch eine Ausleerung erfolgt. Diese wird auch durch seine Thätigkeit für immer bedingt, und kann, wo letztere fehlt, durch keine Anstrengung des Willens bewirkt werden, so wie man auch bei widernatürlicher Erhöhung der Reizbarkeit des Mastdarms oder der Darmbewegung die Ausleerung nicht zu unterdrücken vermag. c) Zugleich wirkt jene Reizung auf das animale Leben und verursacht ein eigenes Gefühl von Belästigung, welches nicht wie der Hunger allmählig, sondern mehr mit einem Mahle sich einstellt und den Trieb, die reizenden Stoffe durch willkührliche Bewegung entfernen zu helfen, hervorruft. Dies setzt voraus, daß sowohl der Koth Reizkraft, als auch der Mastdarm Reizbarkeit in gehörigem Maaße besitzt. Was Ersteres anlangt, so wird durch eine sparsame und fade Nahrung, so wie durch wenige und wässerige Galle Trägheit des Stuhlgangs herbeigeführt. Andererseits tritt diese ein bei Mangel an Reizbarkeit, wie in hohem Alter, bei phlegmatischem Temperamente und Stumpfsinne. Bei lebhafter Beschäftigung des Geistes wird das Bedürfniß der Ausleerung nicht gefühlt und, wenn dies häufig der Fall ist, so wird die Reizbarkeit des Mastdarms immer mehr abgestumpft und hierdurch endlich hartnäckige Verstopfung bewirkt. Wo aber das animale Leben nicht bloß von den Verdauungsorganen abgeleitet, sondern überhaupt noch nicht rege ist, wie beim Embryo (§. 471. m. 533. k), oder noch nicht die hinlängliche Reife erregt hat, wie bei einigen Insectenlarven (§. 379. b), oder unterbrochen ist, wie im Winterschlafe (§. 611. e), erfolgt

b.

c.

keine Ausleerung, während die Anfüllung des Maststdarms beweist, daß die plastischen Muskeln des Darms thätig gewesen sind. Übrigens kommen Fälle einer mehrere Monate anhaltenden Verstopfung auch bei Menschen vor (Nr. 95. VII. p. 187 sq.).

d. d) Während in der ersten Zeit nach der Geburt der Reizung des Mastdarms alsbald eine Ausleerung durch organische Reaction des Rückenmarks folgt, wird Letzteres späterhin von dem erwachenden Willen bestimmt, so daß dieser durch Wirkung des äußern Schließmuskels des Afters die Ausleerung, trotz des Dranges dazu, bis zu einer beliebigen Zeit zu hemmen vermag (§. 542). Auf diese Weise läßt sich auch eine leichte Diarrhoe unterdrücken, so daß der folgende Stuhlgang fest ist, wiewohl der flüssige Koth mehr zur Ausleerung reizt als der feste. Die Furcht scheint durch Schwächung des Rückenmarks die Thätigkeit des Mastdarms und namentlich seines äußern Schließmuskels so herabzusetzen, daß er dem Andrange von oben her keinen Widerstand entgegen zu setzen im Stande ist. Eine krankhafte Erhöhung der Reizbarkeit aber, die entweder im Zustande des Mastdarms selbst, z. B. in Entzündung desselben begründet, oder consensuell und vom Leiden eines andern Egestionsorgans, z. B. der Harnblase durch Steine, abhängig ist, giebt den Tenesmus, wo ein Gefühl von Reizung einen Drang zur Ausleerung verursacht, ohne daß Koth vorhanden ist.

e. e) Damit der Widerstand der Schließmuskeln überwunden werde, muß die vom Willen bestimmte Bauchpresse in der Regel der wurmförmigen Bewegung der Därme zu Hülfe kommen. Das Zwerchfell drängt durch seinen Druck auf die Eingeweide selbst den Mastdarm gegen den After, so daß dieser bei Kindern durch starkes Schreien und bei Erwachsenen durch heftige Anstrengung bei Hartleibigkeit sich nach außen umstülpen kann, und ein starkes Einathmen nicht allein einen solchen Vorfall, sondern auch irgend ein durch einen widernatürlichen After nach außen sich öffnendes Darmstück hervortreibt. Von unten her wirkt der Levator ani, indem er als Antagonist der Schließmuskeln die Wandungen des Mastdarms seitlich aus einander zieht und ihn zugleich heraufhebt.

f. f) Ist der After auf diese Weise und durch den eindringenden Koth, der dabei entsprechend geformt

wird, geöffnet, so kann der Mastdarm durch seine eigene Bewegungskraft die Ausleerung beendigen, die jedoch auch durch fortdauernde Wirkung der Bauchpresse sich fördern läßt. Die reichliche Schleimabsonderung im Maststdarme erleichtert dieselbe. Übrigens erfolgt bei mehreren, selbst wirbellosen, Thieren durch die Verkürzung der Längenfasern eine Ausstülpung des Mastdarms, welche wieder an eine ähnliche Erscheinung bei der Ingestion (§. 926. f) erinnert. — C) Die Harnblase sammelt den Harn, da dieser durch die als Schließmuskel wirkenden Ringfasern ihrer Mündung, so wie durch den Quermuskel der Harnröhre gehindert wird abzufließen, und bei dem schrägen Verlaufe der Harnleiter durch die Blasenwandung nicht zurücktreten kann, so daß man ihn am Leichname, wo die Muskelthätigkeit erloschen ist, durch einen Druck auf die Blase leicht in die Harnröhre, aber, da die Schleimhaut vermöge jenes mechanischen Verhältnisses sich vor die Öffnungen der Harnleiter legt, nicht in diese treiben kann. Die Blase faßt über ein halbes Pfund Harn, ist aber auch einer größern Ausdehnung fähig, an welcher dann auch die Harnleiter, da sie sich nicht entleeren können, Theil nehmen. g) Die dadurch entstandene Reizung macht, da auch Zweige von Rückenmarksnerven zur Blase gehen, einen lebhaften Eindruck auf das Gemeingefühl, wodurch als Reaction die Bauchpresse in Thätigkeit gesetzt wird. Die Blase wird durch die von dem Zwerchfelle und den Bauchmuskeln an ihre obere und hintere Fläche gedrängten Därme nach unten und vorne gegen die Schambeine, so wie vom Boden des Beckens nach oben gedrückt. h) Von diesem Drucke unterstützt, wirken nun die plastischen Muskeln der Blase, namentlich ihre Längenfasern, welche vom Gipfel gegen die Mündung fortschreitend sich verkürzen und, den Schließmuskel überwindend, den Harn in die Harnröhre treiben. Eine eigenmächtige Wirkung dieser plastischen Muskeln zeigt sich zuweilen bei der Vivisection von Thieren, namentlich Hunden, in der noch bei geöffneter Bauchhöhle erfolgenden Ausleerung. i) Hat die Blase aufgehört Harn in die demselben nachgebende Harnröhre zu treiben, so fängt diese an durch ihre Verengerung den Harn auszutreiben, indem ihr häutiger von oben her durch den Urethralis

C. g. h. i.

transversus und von unten so wie von den Seiten her durch den Pubourethralis, ihr folgender vom Zellenkörper eingeschloßner Theil aber von unten her durch den Bulbocavernosus zusammengedrückt wird.

§. 934. Die Bewegung des Verdauungscanals geht überall abwechselnd vom Munde abwärts und wieder aufwärts gegen den Mund zurück. Während aber die erstere Richtung meistentheils vorwaltet, so daß die Nahrung nur mit einiger Fluctuation durch den Canal hindurch geführt wird, erlangt bei einzelnen Organisationen oder in einzelnen Lebenszuständen die zweite Richtung das Übergewicht. A) Dies erscheint als Tendenz zur Egestion nach oben oder durch den Mund, wenn eine Partie Nahrung gar nicht mehr abwärts, sondern zu einer entferntern Stelle des Verdauungscanals, welche sie früher passirt war, zurückgeführt wird. a) Durch bleibende Organisationsverhältnisse und auf eignen Wegen wird dies bei einigen Insecten zu Stande gebracht. Bei Cicada orni und Cercopis spumaria nämlich wird die durch die Speiseröhre eingeführte Nahrung aus dem Magen durch einen besondern darmartigen Canal abgeführt und durch dessen schlingenförmigen Verlauf dahin zurückgebracht, um nach wiederholtem Aufenthalte im Magen in den Darm zu treten, dessen Mündung der der Speiseröhre näher liegt, während die beiden Mündungen des schlingenförmigen Canals weiter abwärts sich befinden. b) Die Wiederkäuer bedürfen, da ihr Futter sehr wenig nahrhafte Substanz enthält, einer großen Menge desselben und müssen es, da es sich schwer assimiliren läßt, sehr lange kauen: um nun Zeit zur Ruhe zu gewinnen, halten sie sich beim Weiden nicht mit Kauen auf, sondern sammeln das mit den Schneidezähnen ihres Unterkiefers abgeschnittene Futter vorläufig im Magen, um es, wenn sie der Ruhe pflegen und halb im Schlafe sind, in den Mund zurück zu bringen und nun erst wirklich zu kauen. Ihre Speiseröhre führt in die den Mundtheil (portio cardiaca) bildenden drei ersten Magen, ist aber an ihrem untern Ende durch zwei hereinspringende Längenfalten getheilt, welche, indem sie mit ihren Rändern einander berühren, einen das Getränk vornehmlich in den dritten Magen (Blättermagen) leitenden Canal bilden,

vom Futter aber, besonders von großen Bissen, auseinander=getrieben werden, so daß neben ihnen eine Rinne entsteht, welche in den ersten (Pansen) und zweiten (Netz) Magen führt. Der Pansen dient als eigentlicher Behälter und wirkt wenig auf das Futter; der Netzmagen bewegt sich lebhaft, bringt durch Zusam=menziehung seiner Maschen das Futter in die Form kleiner Bal=len, und treibt einen solchen durch die Rinne in die Speiseröhre, welche, stark musculös, ihn schnell zur Mundhöhle führt, wo er durch Herabziehung der Zungenwurzel und Aufhebung des Gau=mensegels aufgenommen wird. Diese rückgängige Bewegung wird durch die Thätigkeit der Bauchmuskeln, und, besonders bei den Hirschen, wo sie als ein heftiges Aufstoßen sich zeigt, auch durch die des Zwerchfells unterstützt, indem nach vorhergegangenem tie=fem Einathmen eine kräftige Ausathmung erfolgt. Indeß hat die wirkliche Willkühr wohl eben so wenig Antheil, als beim Athmen; die Thiere setzen zwar das Wiederkäuen aus, sobald ihre Aufmerksamkeit auf einen Gegenstand erregt wird; doch ist dies nur eine Ablenkung der animalen Peripherie von ihrer pla=stischen Beziehung auf das Sinnenleben. Das gekaute und er=weichte Futter wird nun verschluckt und von der Speiseröhre zum Theil gleich dem Getränke unmittelbar in den Blättermagen ge=führt, der es endlich dem Labmagen übergiebt. c) Manche Menschen können, nachdem sie sich in den dazu erforderlichen Bewegungen geübt haben, willkührlich eine Regurgitation bewirken oder die secernirte Flüssigkeit und genoßne Nahrung aus dem Magen in den Mund bringen, indem sie zuvor einathmen und dann die Bauchmuskeln zusammenziehen, wohl auch mit der Hand auf die Magengegend drücken, wo denn nach einer kleinen Weile der Mund sich füllt (Nr. 247. II. p. 137); ist der Magen leer, so ist dem aufsteigenden Magensafte oft etwas Galle beige=mischt, was darauf hinzudeuten scheint, daß die Bewegung vom Pförtner ausgeht. Nicht selten ist es unwillkührlich. Dahin ge=hört das Zurücktreten der Milch bei Säuglingen, welches weder krankhaft, noch von Anstrengungen begleitet oder ein wirkliches Erbrechen ist, sondern nur durch Zusammenziehung des überfüll=ten Magens bei passivem Nachgeben der Schlingorgane bewirkt

c.

wird. Eine habituelle Regurgitation oder ein sogenanntes Wiederkäuen bei Menschen besteht darin, daß bald früher, bald später nach der Mahlzeit, meist ohne Übelkeit, die genoßne Nahrung wider Willen und ohne alle Anstrengung in den Mund aufsteigt und dann von Neuem verschluckt wird. Öfters sind krankhafte Zufälle dabei vorhanden, als Magenschmerzen und Verdauungsbeschwerden; in einem Falle hörte es nach dem Abgange von Würmern auf; in zwei andern Fällen fand Decasse (Nr. 196. XLVII. S. 95) Eiterung des Magens u. s. w. Nicht selten ist die Gesundheit vollkommen ungestört; z. B. bei einem von Ratier (ebd. XXXIX. S. 57) beobachteten Manne, dem ungefähr eine halbe Stunde nach jeder Mahlzeit unter einem Gefühle von Aufblähen in der Magengegend ein Bissen in den Mund aufstieg, nach einigen Augenblicken wieder herabstieg, worauf ein neuer Bissen folgte, bis die ganze Mahlzeit den doppelten Weg gemacht hatte; oder bei einer 89jährigen Frau, die nach Elliotsons (ebd. XLV. S. 337) Berichte seit ihrer frühesten Jugend diese Erscheinung gezeigt hatte. Ja, in manchen Fällen gehört die Regurgitation mit zum Wohlbefinden: ein junger kräftiger Mann, bei dem sie seit dem neunten Jahre bestand, bekam, wie Riche (Nr. 423. XVII. p. 266) erzählt, Magenschmerzen, wenn er sie hindern wollte; und Decasse (a. a. O.) beobachtete einen 70jährigen Mann, bei dem sie seit der frühesten Kindheit so Statt gefunden hatte, daß er bei ihrer Störung erkrankt war. Bei einigen solcher Personen hat man eine ungewöhnlich starke Entwicklung der Muskelhaut der Speiseröhre gefunden (Nr. 142. II. S. 517), die wohl mehr die Folge des öftern Auftreibens der Nahrung als die Ursache war. Heiling (Nr. 749. S. 16) vermuthet, die Regurgitation sei anfangs willkührlich bewirkt und durch Gewohnheit allmählig unwillkührlich geworden; indeß wird dies durch keine Angabe gerechtfertigt und ist auch sonst unwahrscheinlich, zumahl da dergleichen Personen angeben, daß die aufgestiegene Nahrung ihnen keinen Wohlgeschmack gewährt.

d. d) Eine rückgängige oder antiperistaltische Bewegung der Därme entsteht bei Thieren, denen man eine Stelle des Darms unterbunden hat, und bei Menschen unter mancherlei die Darmausleerung verhin-

dernden Verhältnissen, wo denn Koth und selbst die durch Klystiere beigebrachte Flüssigkeit durch Erbrechen ausgestoßen wird. B) Während einige niedere Thiere durch den After Luft oder Wasser einziehen (§. 966. e), so wird hin und wieder umgekehrt auch der Mund zum Egestionsorgane. e) Auch vom gesunden Menschen wird zuweilen Luft auf diesem Wege ausgetrieben, bei dem sogenannten Aufstoßen. Die aus den Nahrungsmitteln entwickelte Luft sammelt sich vermöge ihrer specifischen Leichtigkeit im obern Theile des angefüllten Magens, und wird durch dessen Zusammenziehung oder Zusammendrückung bei Erschlaffung der Speiseröhre nach oben getrieben. Zwerchfell und Bauchmuskeln haben einigen Antheil daran, denn wir können das Aufstoßen verstärken oder vermindern, beschleunigen oder unterdrücken; aber wir vermögen es nicht zu bewirken, wenn es sich nicht von selbst einzustellen im Begriffe ist, und es muß also wesentlich auf einer activen Zusammenziehung des Magens beruhen. f) Das durch eine combinirte Muskelthätigkeit bewirkte Ausstoßen von Verdauungsstoffen durch den Mund oder das Erbrechen erscheint als normale Action zuvörderst bei den Thieren ohne After, als Polypen, Actinien, Asterien, Quallen, wo die unverdaulichen Überreste der Nahrungsmittel einzig und allein durch rückgängige Bewegung ausgeleert werden können; ferner bei mehreren Fischen und Vögeln, welche nur das Unverdaulichste von den verschluckten Thieren, namentlich Knochen, Schalen, Schuppen, Federn, Haare, zum Theil in Klumpen geballt, ausspeien. Einige Insecten werden durch Furcht zum Erbrechen der genoßnen Nahrung gereizt, oder sprützen auch ihren scharfen Magensaft gegen ihre Feinde, so daß ihnen das Erbrechen ein Vertheidigungsmittel wird, während es bei andern und bei mehreren Vögeln eine Beziehung zur Fortpflanzung erhält (§. 518. f). g) Bei den Mammalien ist das Erbrechen für immer abnorm. Seine Vorläufer beim Menschen sind Ekel, ein eignes Gefühl in der Magengegend, Beklemmung, Unruhe, kleiner Puls, bleiche Farbe, Kälte, Zittern der Unterlippe, reichliches Zufließen von Speichel. Es folgt ein heftiges Einathmen, wobei auch Luft in den Magen kommt; die Bauchmuskeln gerathen in convulsivische Bewegungen und ziehen den

Bauch ganz ein; die Kehlritze wird geschlossen, das Athmen unterbrochen und dadurch ein starker Andrang des Blutes nach dem Kopfe bewirkt; man sucht, wie bei jeder Anstrengung der Bauchpresse, die Stützpuncte für den Rumpf mittels der Gliedmaaßen zu vermehren; die Zungenwurzel steigt herab, das Gaumensegel herauf, und aus dem krampfhaft aufgerißnen Munde stürzt nun der Inhalt des Magens gewaltsam hervor. Die größere oder geringere Leichtigkeit des Erbrechens wird schon durch den Bau des Magens bestimmt. Bei fleischfressenden Thieren nämlich ist der Magen mehr darmförmig, sein Mund liegt an dem dem Pförtner entgegengesetzten Ende und geht durch allmählige Verlängerung in die Speiseröhre über, so daß er durch die vom Pförtner ausgehende Bewegung mehr bestimmt wird und leichter das von diesem Zugetriebene ausstößt; dagegen ist das Erbrechen bei Pflanzenfressern schwierig und zum Theil unmöglich, da der Magen hier gegen die Speiseröhre scharf abgesetzt ist, und der beträchtlichere Blindsack als das dem Pförtner entgegengesetzte Ende die von diesem her getriebene Substanz auffängt. Der Magen des von animalischer Nahrung lebenden Säuglings hat die erstere Form und giebt das Genoßne leicht von sich, während er bei dem erwachsenen Menschen mehr der zweiten Form sich nähert, so daß auch das Erbrechen minder leicht ist (Nr. 691. p. 80). h) Der wesentliche Grund des Erbrechens liegt im Verhältnisse der Muskelthätigkeit des Magens, und zwar im Übergewichte seiner von rechts nach links gehenden Bewegungen: der Impuls geht bald vom mittlern Theile, bald vom Pförtnertheile, bald vom Gallendarme aus, und hiervon hängt es unter übrigens gleichen Verhältnissen ab, ob unverdaute oder verdaute Nahrung oder Galle ausgeleert wird. Zwerchfell und Bauchmuskeln nehmen aber sichtbar Antheil, so wie nach Renggers (Nr. 268. S. 13) Beobachtungen auch bei Insecten die Hautmuskeln mitwirken, indem die Stärke des Erbrechens abnimmt, wenn ihre Leibeswand aufgeschnitten ist. Solche Mitwirkung ist jedoch nur consensuell und beruht darauf, daß die animale Peripherie in einer genauen Beziehung zu den eingeschloßnen Eingeweiden steht, der Bewegungskraft derselben zu Hülfe kommt,

dabei den Charakter ihrer plastischen Muskeln annimmt, und somit unwillkührlich die Thätigkeit der Samenbläschen (§. 282. g), des Fruchthälters (§. 484. C), des Mastdarms (§. 933. e), der Harnblase (§. 933. g), und der Lungen (§. 969) unterstützt. Wie man oftmahls dies Verhältniß verkannt, die peripherische Bewegung für selbstständig, und die innern Organe für völlig passiv gehalten hat, so ist auch zuerst von Bayle, Chirac und Andern (Nr. 95. VI. p. 287), dann von Hunter (Nr. 154. p. 158), endlich von Magendie (Nr. 750) die Behauptung aufgestellt worden, das Erbrechen werde lediglich durch den Druck des Zwerchfells und der Bauchmuskeln auf den dabei ganz passiven Magen hervorgebracht. Haller (Nr. 95. VI. p. 290) zeigte dagegen, daß die genannten Muskeln der Wirksamkeit des Magens, als der wesentlichen Kraft, nur zu Hülfe kommen, und diese Ansicht ist auch gegenwärtig ziemlich allgemein als die richtige anerkannt, wiewohl man die Bedeutung der animalen Peripherie noch nicht gehörig aufgefaßt und in einseitiger Richtung nur auf die Athmung bezogen hat. i) Das Erbrechen ist, wenn es sich auch einigermaaßen befördern läßt, doch nicht willkührlich zu erregen, wie es sein müßte, wenn es von Bauchmuskeln und Zwerchfelle ausginge, und läßt sich eben so wenig durch eine äußere Reizung dieser Muskeln erregen. Es entsteht vielmehr bei abnormer Reizung des Magens selbst. Dahin gehört zuvörderst eine zu starke Ausdehnung desselben, Überladung mit Speisen, schnelle Überfüllung mit Getränk oder mit Luft: Gosse (Nr. 639. S. 396) brachte es durch Verschlucken von Luft willkührlich zum Erbrechen, und Krimer (Nr. 449. 1821. I. S. 239 fgg.) erregte dasselbe bei Hunden durch Einsprützen von Luft in den Magen; so scheint es auch durch das vorangehende starke Einathmen befördert zu werden, wie denn Magendie (Nr. 750. p. 12) an Hunden sah, daß beim Erbrechen der Magen von der eingezogenen Luft aufgebläht wird, und dasselbe bei der Seekrankheit mit unwillkührlichen Bewegungen des Schlingens beginnen soll (Nr. 789. II. p. 183). Es wird ferner erregt durch die Qualität der im Magen enthaltenen Reize: durch unverdauliche Nahrung, ausgearteten Magensaft, ergoßnes Blut, Galle, Gallensteine,

i.

Würmer, so wie durch größere Quantitäten von Substanzen, die in kleinern Gaben Durchfall, also vermehrte Bewegung und Secretion, hervorbringen; wenn der mittelbar oder unmittelbar in das Blut gebrachte Brechweinstein eben so wirkt, so kann dies darauf beruhen, daß das Blut dieser fremdartigen Substanz vermöge specifischer Verwandtschaft (§. 866. f) durch den Magen sich entledigt (§. 865. E). Eine Steigerung der Reizbarkeit, z. B. bei entzündlichem Zustande, hat denselben Erfolg, wie die Einwirkung eines zu starken Reizes. Ferner entsteht Erbrechen, wenn durch Verengerung oder Verschließung des Pförtners oder irgend einer Stelle des Darms die Bewegung nach unten aufgehalten ist, und nun die Muskelkraft des Verdauungscanals nur in aufwärts gehenden Bewegungen um so stärker sich äußert; endlich erscheint es bei der Stellung des Magens zur Sphäre der plastischen Nerven als consensueller Krampf desselben bei verschiedenen Affectionen anderer Organe oder des gesammten Nervensystems.

k. k) Bayle fühlte bei Thieren, denen er ein Brechmittel gegeben hatte, mit dem in den Magen gesteckten Finger kaum eine Bewegung; Chirac sah in ähnlichen Fällen nur eine geringe Bewegung des Magens; eben so Wepfer (Nr. 95. VI. p. 287 sq.) bisweilen; und Magendie (a. a. O. p. 12. 16) bemerkte gar keine. Indeß ist die Bewegung des Magens überhaupt nicht sehr lebhaft, und sie braucht, um Erbrechen zu bewirken, nur mäßig zu sein, wenn sie von dem stark zusammen gezogenen Pförtner gegen den geöffneten Magenmund fortschreitet, wie dies z. B. Schultz (Nr. 191. 1835. II. S. 1 fgg.) sah. Wenn Helm bei einer mit einer Magenfistel behafteten Person durch Reizung des Rachens mit einer Feder Übelkeiten erregte, so trat der vorliegende Theil des Magens sammt seinem Inhalte aus der Öffnung hervor (Nr. 757. S. 12), und war Brechweinstein eingebracht worden, so war die wurmförmige Bewegung des Magens von außen zu sehen (ebd. S. 14).

l. l) In der Voraussetzung, daß die Bauchmuskeln das Wirkende sind, hat man das Unvermögen der Rinder sich zu erbrechen davon abgeleitet, daß ihre schrägen Bauchmuskeln sehr aus einander weichen und den Magen nicht genug zusammendrücken können (Nr. 95. VI. p. 291)

aber das Wiederkauen setzt eine Kraft von gleicher Richtung und von kaum geringerer Stärke voraus. Nach Magendie (a. a. O. p. 22) drängte bei einem Hunde nach Infusion von Brechweinstein das Zwerchfell den Magen und die Därme so stark gegen das bloß gelegte Bauchfell, daß dies an einigen Stellen riß; nach Wegnahme der Bauchmuskeln und Durchschneidung des Zwerchfellnerven bewirkte die gleiche Infusion bloß ein Würgen (ebd. p. 23); ein Drücken oder Zerren des Magens verursachte Contractionen des Zwerchfells und der Bauchmuskeln und Erbrechen (ebd. p. 12). Diese Erfahrungen bestätigen die Mitwirkung der animalischen Peripherie beim Erbrechen und ihren Consensus mit dem Magen, so wie dessen gleiche Empfänglichkeit für von außen angebrachte mechanische Reizung, wie für solche an seiner innern Fläche. Hinge aber das Erbrechen bloß von jenem äußern Drucke ab, so wäre es unerklärlich, warum der Inhalt des Magens bloß in die Speiseröhre und nicht in den Darm getrieben wird. Die Raubvögel erbrechen sich, ungeachtet ihre Bauchmuskeln sehr schwach entwickelt sind, und ihr unvollkommnes Zwerchfell gar keinen Einfluß darauf haben kann. Wepfer und Perrault sahen auch bei ruhendem oder zerschnittenem Zwerchfelle und geöffneter Bauchhöhle, ja selbst an dem aus dieser herausgenommenen Magen das Erbrechen noch fortdauern (Nr. 95. VI. p. 282). Unter denselben Umständen sahen auch Legallois und Béclard (Nr. 419. II. p. 104) ein Erbrechen, zwar nicht von festen Stoffen, aber doch von flüssigen eintreten. Krimer (Nr. 449. 1821. I. S. 247. 251) sah bei Hunden, denen er Luft in den Magen getrieben und ein Stück Bauchmuskeln oder sämmtliche mit Ausschluß der weißen Linie weggenommen hatte, ein Erbrechen erfolgen, wobei der Pförtner sich fest zusammenschnürte, der Gallendarm aber, wenn die Luft bis in ihn gedrungen war, von unten nach oben schlangenförmig sich zusammenzog. m) Die alleinige Wirksamkeit der animalen Peripherie beim Erbrechen schien durch Magendies (a. a. O. p. 18 sq.) Erfahrungen dargethan zu sein, nach welchen die Infusion von Brechweinstein bei Hunden, denen der Magen ausgeschnitten ist, ähnliche Bewegungen wie beim Erbrechen, und, wenn dafür eine mit Flüssigkeit ge-

m.

füllte Schweinsblase in die Bauchhöhle gelegt und durch eine Röhre an die Speiseröhre angebunden worden war, auch Erbrechen erregte. Aber weitere Beobachtungen haben gelehrt, daß durch diese Experimente Magendies Meinung nur noch mehr widerlegt wird. Zuvörderst nämlich tritt eine dem Erbrechen ähnliche Ausleerung der an die Stelle des Magens gelegten Blase nach Tantinis (Nr. 197. XIII. S. 93) Beobachtungen nur dann ein, wenn die Verbindungsröhre bis oberhalb des Magenmundes eingeschoben ist, und es erfolgt nur ein Würgen, wenn sie einige Linien unterhalb desselben befestigt ist. Zum Erbrechen ist also eine Überwältigung der den Magenmund schließenden Ringfasern der Speiseröhre nöthig, welche nicht durch den Druck der Bauchwände, sondern nur durch die lebendige Thätigkeit des Magens bewirkt werden kann. Übrigens war es natürlich, daß die eingelegte Blase, da sie ganz gefüllt und nicht gleich dem Magen am andern Ende mit einem Canale in Verbindung war, durch einen äußern Druck in die offene Speiseröhre entleert werden mußte, wozu nach Bourdons (Nr. 751) Bemerkung noch kam, daß sie nicht einmahl ganz entleert wurde. Zweitens ist es erwiesen, daß die Speiseröhre beim Erbrechen auch unabhängig vom Magen thätig ist, und daß der in das Blut gelangte Brechweinstein zunächst in ihr, und nur consensuell in den Bauchwänden die convulsivischen Bewegungen hervorbringt. Bei Kranken nämlich, wo der Magenmund völlig geschlossen ist, erregt, wie Marshall (Nr. 196. XL. S. 159) beobachtete, das Getränk, wenn es bis zum untern Ende der Speiseröhre gelangt ist, Erbrechen unter den gewöhnlichen Athmungsbewegungen; und bei Hunden, denen die Speiseröhre vom Magen abgeschnitten war, gerieth sie, nachdem Legallois und Béclard (a. a. O. S. 94 fgg.) Brechweinstein infundirt hatten, in starke Bewegungen und trieb Schaum aus. So wirkt sie nun unstreitig auch bei allem Erbrechen nicht minder als der Speiseröhrenkopf durch krampfhafte Bewegungen mit; und da auch an den Därmen die rückgängige Bewegung außer Zweifel gesetzt ist, so ist es
n. nicht denkbar, daß sie im Magen allein fehlen sollte. n) Hierzu kommt, daß in Fällen, wo eine tief von unten ausgehende anti-

peristaltische Bewegung der Därme ganz offenbar ist, namentlich bei eingeklemmten Brüchen, Kothbrechen ohne alle Anstrengung erfolgt, und der Koth mehr ausgespuckt als durch Erbrechen ausgeleert wird (Nr. 167. p. 69). Während hier die Muskelkraft des Verdauungscanals frei und ohne Beihülfe der animalen Peripherie wirkt, kann sie bei unüberwindlichen Hindernissen der Ausleerung selbst eine Zerreißung des Magens verursachen, indem nicht der Druck der Bauchwände, sondern nur die krampfhafte Zusammenschnürung des Pförtnertheils allen Inhalt so in den Mundtheil zu treiben vermag, daß derselbe zum Bersten ausgedehnt wird. Eine solche Zerreißung kommt, wie z. B. Delaguette (Nr. 196. XI. S. 29 fg.) beobachtete, bei dem durch den Bau des Magens erschwerten Erbrechen des Magens vor. Boerhaave fand bei einem Manne, der unter beständigem fruchtlosem Bemühen zum Erbrechen gestorben war, die Speiseröhre zerrissen und den Speisebrei in die Brusthöhle getrieben (Nr. 142. II. S. 162); und Lallemand (Nr. 167. p. 63) beobachtete einen Fall, wo eine Frau, die sich nach einer strengen Diät zu gütlich gethan hatte, unter vergeblichen Anstrengungen zum Erbrechen plötzlich ein Bersten fühlte, worauf das fruchtlose Würgen sogleich aufhörte, und nach dem bald erfolgten Tode der vordere und mittlere Theil des Magens bei übrigens gesunder Beschaffenheit seiner Wandungen zerrissen gefunden wurde. Übrigens kann der Magen, wenn er durch eine äußere Gewalt eingerissen ist, noch einen Theil seines Inhaltes durch Erbrechen ausstoßen, wie dies ein von Sachs beobachteter Fall lehrte: der Riß kann durch Anliegen an den krampfhaft zusammengezogenen Bauchwänden geschlossen worden, oder die antiperistaltische Bewegung von einer dem Magenmunde näher liegenden Stelle ausgegangen sein. In einem Falle häufiger und vergeblicher Anstrengungen zum Erbrechen fand Bourdon (a. a. O. p. 3. 12) den Grund davon in einer scirrhösen Verdickung der ganzen Magenwand, bei welcher diese zwar von dem Zwerchfelle und den Bauchmuskeln sich zusammendrücken ließ, aber nicht die gehörige Muskelkraft hatte; bei bloßer Verdünnung der Muskelhaut kommt aber bisweilen auch ein habituelles Erbrechen vor.

Die Nahrungsmittel.

§. 935. Der Organismus setzt fortdauernd einen Theil seines materiellen Bestandes nach außen ab. So kann der Verlust, den ein gesunder Mensch im Mittelalter durch die Secretionen von Haut, Lungen, Nieren und Darm täglich erleidet (§. 837. c), auf 5 bis 6 Pfund oder ungefähr 1/25 seines Körpergewichts geschätzt werden (Nr. 95. VI. p. 1. 165); hierzu kommt noch das unmerkliche Abstoßen der äußern Schichtgebilde, wie man denn die während eines Jahrs abgefallene Oberhaut auf 4 Pfund geschätzt hat (ebd. VIII. pars 2. p. 54), wobei noch der Verlust an Nägeln und Haaren nicht gerechnet ist. Jene Secretionen aber schließen auch die Stoffe in sich, welche durch den steten Wechsel der Materie aus der Substanz der verschiedenen Organe ausgeschieden und durch Rücksaugung von Neuem in das Blut aufgenommen worden sind. — Diesen Verlust muß der Organismus, um sich zu erhalten, ersetzen, und zwar durch Bildung von neuem Blute, da dieses die Quelle aller seiner festen und flüssigen Theile ist. Die hierzu taugliche Materie bieten die Nahrungsmittel dar, deren Bedürfniß in den Folgen ihrer Entbehrung sich offenbart. A) Am schnellsten erfolgt der Tod beim Verschmachten, wo weder Speisen noch Getränke aufgenommen werden; später tritt er ein, wo nur die feste Nahrung mangelt und bloß getrunken wird; eine langsamere Erschöpfung der Lebenskraft ist die Folge einer Beschränkung der Nahrung auf das Minimum, die aber unter gewissen Umständen und bis zu einem bestimmten Puncte fortgesetzt heilsam werden kann, und dann als Hunger- oder Entziehungscur bezeichnet wird. a) Das Gewicht des Körpers nimmt dabei ab: ein Mensch war bei strenger Beobachtung der vierzigtägigen Fasten um 7 Pfund 3 Unzen leichter geworden, und kam bei reichlicherer Nahrung binnen sechs Tagen wieder auf sein früheres Gewicht (Nr. 95. VIII. pars 2. p. 61); ein Anderer, der 132 Pfund gewogen hatte, verlor bei der Entziehungscur in den ersten acht Tagen gegen 20 Pfund, in den folgenden neun Tagen gegen 7 Pfund, dann aber, da die Secretionen abnahmen, immer weniger, so daß er in der siebenten Woche noch

97 Pfund wog (Nr. 694. XXI. S. 343 fgg.). Hunde mittlerer Größe (etwa 30 Pfund schwer) verlieren nach Blundell (Nr. 169. p. 75), wenn sie kein Futter bekommen, binnen 24 Stunden ein halbes bis ganzes Pfund an Gewicht. b) Das Wesentlichste ist die Abnahme der Blutmenge (§. 875. a): die Blutgefäße findet man nach dem Tode beinahe ganz leer (Nr. 499. p. 84); bei dem oben erwähnten Manne, der vier Wochen nach beendigter Entziehungscur am Schlagflusse starb, war nur in der untern Hohlvene und im Herzen noch etwas Blut. Bei verhungerten Fröschen sah Haller (Nr. 95. II. p. 48. VIII. pars 2. p. 61) kaum noch etwas Blut in den Gefäßen und die Arterien verengert; nach Collard de Martignys Beobachtungen an Hunden bekommen viele Gefäßzweige zuletzt gar kein Blut mehr (Nr. 216. VIII. p. 187), so daß Lungen, Leber u. s. w. blutleer und die Schleimhäute bleich werden (ebd. p. 155 sq.), während nur im Herzen und in den Hauptstämmen etwas Blut sich findet; Kaninchen hatten nach dreitägiger Entziehung von Nahrung nur noch 0,619, nach siebentägiger 0,443 und nach elftägiger 0,227 ihrer frühern Blutmenge (ebd. p. 166). So starben denn auch, wie Piorry (Nr. 196. XIII. S. 189) beobachtete, Hunde, die bei einem Gewichte von 27 Pfund einen Blutverlust von einem Pfunde vertragen hatten, schon nach einem Verluste von 6 bis 7 Unzen, wenn sie drei bis vier Tage kein Futter bekommen hatten. c) Es treten alle Symptome von Blutmangel ein. Der Puls wird klein, schwach, allmählig seltener und endlich kaum fühlbar; bei der Entziehungscur nimmt seine Frequenz zuweilen bis auf 40 oder 35 Schläge in der Minute ab oder er wird aussetzend, wo die Cur ohne Lebensgefahr nicht weiter fortgesetzt werden kann (Nr. 753. S. 53). Die Muskelkraft nimmt schnell ab. Das Athmen wird bei der Hungercur langsam und tief; bei zu langer Fortsetzung derselben entsteht Brustbeklemmung und Kurzathmigkeit (ebd. S. 57). Die Temperatur sinkt. Alle Secretionen nehmen ab (§. 840. e. f); diejenigen, welche über die gewöhnlichen Gränzen der Selbsterhaltung hinausgehen, hören bald gänzlich auf: so die Bildung von Fett als einem Überschusse der Ernährung, von Milch und Samenfeuchtigkeit zur Erhaltung

der Gattung, von Eiter zur Wiedererzeugung; Geschwüre und Afterbildungen nehmen ab, und Wunden heilen schwerer. Die Mund- und Rachenhöhle wird trocken, und ihre Wandungen sehen wie verbrännt aus; eben so vermindert sich die Secretion in den übrigen Verdauungsorganen und in den Nieren, selbst auch in den serösen Säcken, wie denn Dumas bei verhungerten Hunden das Gekröse trocken fand. Die Gallenblase wird nach dem Tode angefüllt gefunden, weil sie bei der, wenn auch verminderten, doch in den ersten Tagen noch fortdauernden Gallenbildung wegen des Mangels an Nahrung sich nicht hat entleeren können. Vermöge der Abnahme von Säften treten auch die Erscheinungen der Fäulniß am Leichname später und schwächer hervor.

d. d) Während des Lebens aber können abnorme Mischungsverhältnisse nicht ausbleiben. Das Blut ist bisweilen, namentlich wenn die wässerigen Secretionen noch eine Zeit lang bestanden haben und die Entbehrung auch auf das Getränk sich erstreckt hat, dicker als gewöhnlich (Nr. 95. II. p. 49. VIII. pars 2. p. 61), wo denn nach Collard de Martigny zwar die Menge des Faserstoffs bedeutend abgenommen, aber die relative Quantität des Eiweißstoffs sich vermehrt hat (§. 878. d). Hat es aber an Getränk nicht gefehlt, so findet man das Blut auch dünn, gelblich und misfarbig (Nr. 95. II. p. 48. VI. p. 166. 181); so war nach Lecanu (Nr. 763. p. 72) bei einem jungen Manne nach vierzigtägiger strenger Diät der Gehalt an Wasser von 0,770 auf 0,804, und der an Eiweißstoff, Extractivstoff, Fett und Salzen von 0,076 auf 0,084 erhöht, hingegen der Blutkuchen von 0,154 auf 0,112 herabgesetzt. Eine solche Verdünnung, vielleicht auch anderweitige Mischungsveränderung des Blutes, verursacht in Verbindung mit der Verminderung der Cohäsion in den Gefäßwänden bei langsam vorschreitendem Hungertode bisweilen Nasenbluten oder Blutergießungen in Magen oder Darm. Hierzu kommen denn auch skorbutische Auflockerungen, Excoriationen und Geschwüre in der Mundhöhle, wobei der Speichel, wie auch die Milch eine deutliche Schärfe annimmt. Häufiger stellt sich ein übler Geruch der Ausdünstung, des Odems, des Lungenauswurfs und des Harns ein (Nr. 196. XXXI. p. 62. Nr. 199. XXVI. p. 123);

die Schärfe des letztern haben Schiffbrüchige, indem sie ihn zu trinken versuchten, kennen gelernt (Nr. 95. VI. p. 167), wovon Savigny (Nr. 752. p. 12) neuerdings Beispiele gegeben hat. e) Durch die Entleerung wird die Aufsaugung gesteigert (§. 906. d). Bei Hunden, welche Dumas (Nr. 420. XXI. S. 164) hatte verschmachten lassen, war das kurz vor dem Tode gegebene Wasser schon ganz eingesogen; die Lymphgefäße des Magens lagen deutlich vor Augen, und behielten lange nach dem Tode noch ihre einsaugende Kraft. Bei der Hungercur äußert sich die Rücksaugung zuerst an krankhaften Erzeugnissen (Nr. 753. S. 14), die vermöge des geringern Grades von Lebendigkeit und Selbstständigkeit weniger Widerstand leisten: so stirbt an alten Geschwüren das Verdorbene gänzlich ab, die callösen Ränder senken sich und verschwinden allmählig; Ausschläge verlieren ihre peripherische Röthe, werden trocken und fallen in Schorfen ab; Geschwülste werden täglich kleiner und verlieren sich nach und nach (ebd. S. 58). Bei Gesunden wird zuerst das Fett aufgesogen, so daß z. B. nach der Hungercur nichts mehr davon im Netze vorhanden ist (Nr. 694. XXI. S. 343 fgg.). Demnächst trifft dies Loos die Muskeln; sie erscheinen bleich, abgezehrt, nach Collard de Martigny (Nr. 216. VIII. p. 155) besonders die des Rumpfs, die nur noch wie Häute aussehen; selbst die Wandungen des Herzens und andere plastische Muskeln werden dünner. Auch die Haut scheint nicht verschont zu werden. So erfolgt denn eine allgemeine Abmagerung, welche z. B. bei der Hungercur nach wenigen Tagen bemerklich wird, deren Fortschreiten aber späterhin weniger in die Augen fällt. f) Bei einer solchen Cur, wenn sie nur bis zu einem gewissen Puncte geht, gewinnt unter manchen Umständen die Verdauung an Kraft, so daß zuweilen als spätere Folge eine Neigung zum Fettwerden eintritt (Nr. 753. S. 12), wie denn auch bei Gesunden eine zuweilen geübte Enthaltsamkeit der Verdauung günstig ist. Geht die Entziehung zu weit, so wird die Verdauungskraft geschwächt. Für immer wird die Darmausleerung unbedeutend und selten, oft Wochen lang aussetzend, und der Koth ungewöhnlich fest. Nach dem Tode wird Magen und Darm oftmahls verengert gefunden, was jedoch Magendie (Nr.

e.

f.

247. II. p. 26) bei Thieren erst nach vier- bis fünftägiger Entziehung von Nahrung beobachtete; ausnahmsweise ist der Darm sehr erweitert und zwar durch Luft (Nr. 802. 1836. S. 674), oder der Afterdarm durch harte Kothmassen ausgedehnt gefunden worden (Nr. 191. X. 3 St. S. 187). Bisweilen hat der Magen an einzelnen Stellen das Ansehen, als ob er entzündet, oder auch zernagt wäre, wie dies z. B. Dumas (a. a. O.), so wie Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 210) beobachteten. Collard de Martigny (a. a. O. p. 157) fand an verhungerten Hunden bei unversehrter Schleimhaut die Muskelhaut des Magens verdünnt, und eine solche Verdünnung der Darmwände ist auch bei Menschen zuweilen wahrgenommen worden (Nr. 196. XXXI. B. S. 62. Nr. 694. XXI. S. 343 fgg.). B) Das Leben kann hin und wieder ohne alle feste Nahrung lange Zeit sich behaupten (Nr. 95. VI. p. 169): so bei Armpolypen mehrere Monate (Nr. 136. S. 162), bei Schnecken über ein Jahr (Nr. 100. V. S. 272), bei einigen Insecten und bei Spinnen über ein halbes Jahr, bei Goldfischen Jahre lang, bei Krokodilen vier Monate (Nr. 451. III. p. 2), bei Salamandern sechs Monate, bei Schildkröten sechs Jahre (Nr. 158. S. 123), beim Proteus fünf bis zehn Jahre (Nr. 102. II. 2. Abth. S. 9), bei Kröten, die in Steinblöcken eingeschlossen worden sind, noch länger, wiewohl die von Buckland (Nr. 244. LI. p. 391 sqq.) eingeschloßnen nicht volle zwei Jahre lebten. Kleine Singvögel halten nicht einen Tag lang ohne Nahrung aus, Drosseln zwei Tage, Hühner sechs Tage, große Raubvögel zwei bis drei Wochen; Maulwürfe an freier Luft nur zwölf Stunden (Nr. 196. XXV. S. 71), Mäuse drei Tage, Kaninchen zehn bis zwölf Tage (Nr. 216. VIII. p. 162), Hunde drei bis fünf Wochen (ebd. p. 154. 161), Katzen 14, und wenn sie Wasser bekommen 32 Tage, Pferde 18 bis 27 Tage (Nr. 780. S. 76); Seehunde vier Wochen, Gürtelthiere zwei Monate (Nr. 95. VI. p. 170). Beispiele von Menschen, welche ungewöhnlich lange ohne Nahrung gelebt haben, sind von Haller (ebd. p. 171 sqq.) gesammelt worden, und ihr Register ließe sich leicht bedeutend vermehren. Nicht selten ist die Unrichtigkeit solcher Erzählungen erwiesen worden, indem zu Erreichung irgend

eines Zweckes, sei es auch nur um die öffentliche Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen, eine völlige Entbehrung von Nahrungsmitteln betrügerischer Weise vorgegeben, und der Beobachter getäuscht wurde; wir sind daher berechtigt, in manchen Erzählungen, dergleichen z. B. Rolando (Nr. 423. XIX. p. 247) von einer drittehalb Jahre fortgesetzten völligen Entbehrung liefert, irgend einen Irrthum vorauszusetzen; denn es ist unglaublich, daß die Verminderung der Secretionen und die Steigerung der Einsaugung so weit gehen könnte, um Jahre lang die Nahrung entbehrlich zu machen. Sodann wurde bei dergleichen Berichten oftmahls außer Acht gelassen, daß auch das Wasser ein Nahrungsmittel ist (§. 937. A), und man die bloße Enthaltung von Speisen als Mangel aller Nahrung überhaupt betrachtet hat. Unter den gewöhnlichen Verhältnissen kann ein Mensch wohl nicht über eine Woche ohne Speise und Trank, und nicht länger als einige Wochen ohne Speise bestehen; nur unter besondern Bedingungen ist eine Überschreitung dieses Zeitraums möglich. Dahin gehört g) eine eigenthümliche Verringerung der das Leben begleitenden Zersetzung der organischen Materie. Bei Thieren, welche eine höhere Wärme entwickeln, einen raschern Blutlauf haben, beweglicher und regsamer sind, ist die Zersetzung stärker, mithin die Möglichkeit des Lebens ohne Nahrung geringer, als bei denen von entgegengesetztem Lebenstypus: so bildet z. B. ein Singvogel den schneidendsten Contrast gegen eine Kröte. Eidechsen, Schlangen, Schildkröten dünsten wegen ihres Panzers weniger aus, und können daher länger ohne Nahrung leben (Nr. 413. p. 130), so wie nackte Amphibien dasselbe vermöge des starken Einsaugungsvermögens ihrer Haut (§. 898. a. 917. d) im Stande sind. Dasselbe ist der Fall bei nackten wirbellosen Thieren: z. B. nach Ermans (Nr. 578. 1816. S. 204) Beobachtung verlor eine Schnecke ohne Nahrung binnen sechs Wochen nur $1/11$ ihres Körpergewichts, während der Verlust in dem oben (a) angeführten Falle bei einem Menschen unter ähnlichen Umständen $1/4$ betrug. Bei Personen, welche geraume Zeit ohne Nahrung lebten, war außer den übrigen Secretionen auch die Hautausdünstung so herabgesetzt, daß Leinenzeug oder weißes Leder, welches sie auf dem bloßen

g.

Leibe trugen, nicht schmuzig wurde (Nr. 95. VI. p. 175 sq.). Wenn Andere Wochen lang unter Schnee oder feuchtem Erdreiche oder Trümmern von Gebäuden verschüttet gelebt haben, so stimmt dies mit den Beobachtungen von Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 210) überein, nach welchen Hunde ohne alle Nahrung an einem dunkeln feuchten Orte vierzig Tage, an einem hellen, trocknen und warmen Orte dagegen nicht über einen Monat aushielten (vgl. §. 839. b. f). — Das animale Leben ist von einem Stoffwechsel begleitet (§. 910. C), und übt auf die Beschaffenheit (§. 750. c. 754. a. 756. d) und den Lauf des Blutes (§. 771—773), so wie auf Nutrition und Secretion (§. 847) einen bedeutenden Einfluß aus. Um Thiere zu mästen, sperrt man sie ein, oder sorgt dafür, daß die Plätze, wohin sie zur Mastung getrieben werden, nicht zu weit vom Stalle entfernt sind, weil sie sonst auf dem Rückwege so viel consumiren, als sie dort gewonnen haben (Nr. 201. IV. S. 390); so zeichnen sich auch im Ganzen genommen Thiere, die lange ohne Nahrung leben können, durch Trägheit und Stumpfsinnigkeit aus. Unter den Personen, welche ungewöhnlich lange zu fasten vermochten, waren mehrere blödsinnig, die meisten wegen Schwäche oder Lähmung der Glieder bettlägerig. h) Es kommt ferner auf die Richtung des Lebens an. An wenig Nahrung gewöhnte, magere und schwächliche Menschen leiden von der Entbehrung weniger, wie z. B. Savigny (Nr. 752. p. 10) beobachtete. Im Puppenzustande der Insecten und im Winterschlafe setzt das Nahrungsbedürfniß zugleich mit der Äußerung des animalen Lebens aus, während die bildende Thätigkeit von der Peripherie auf das Innere sich zurückgezogen hat. Bei dem weiblichen Geschlechte ist die Beziehung auf Erhaltung der Gattung verhältnißmäßig stärker als auf die der Individualität, und daher eine längere Ausdauer ohne Nahrung möglich (§. 177 u. s. w.); in der Hysterie ist die Erregbarkeit des Nervensystems gesteigert auf Kosten seines charakteristischen Princips der Einheit, daher von den übrigen Lebensthätigkeiten mehr entbunden, so daß diese darnieder liegen oder in verkehrter Weise vor sich gehen: daher waren denn die allermeisten Personen, welche lange ohne Nahrung lebten, hysterische Frauen.

Das Bedürfniß der Nahrung ist bei Wahnsinnigen geringer, wie denn, um nur ein Beispiel anzuführen, ein solcher binnen drei Wochen nur einmahl den Mund mit Wasser ausspülte und sonst weder Speise noch Getränk zu sich nahm (Nr. 642. p. 215). i) In den frühern Perioden des Lebens, wo der Organismus noch in der Ausbildung begriffen, der Blutlauf und der Stoffwechsel rascher ist, wird das Nahrungsbedürfniß dringender. Durch Dante ist der Tod des Grafen Ugolino Gherardeska berühmt geworden: seine jüngern Söhne verschmachteten in den ersten vier Tagen ihrer Einkerkerung, die ältern am fünften und sechsten, er selbst am achten. Von einer Familie, die unter einer Lavine begraben worden war und sich von Schneewasser und von der Milch einer mit verschütteten Ziege spärlich nährte, starb der dreijährige Knabe am zwölften Tage, während die beiden Frauen bis zu ihrer nach fünf Wochen erfolgten Befreiung am Leben blieben (Nr. 172. XLIX. p. 796); und so erlagen auch von Savignys (Nr. 752. p. 10) Gefährten die Kinder und Jünglinge am ersten dem Hungertode. Gleiche Erfahrungen machte Collard de Martigny (a. a. O. p. 162. 186) an Thieren, wie denn auch jüngere Thiere nach einem in Verhältniß zu ihrem Körpergewichte geringern Blutverluste sterben als ältere (§. 741. b). k) Umgekehrt gestattet auch die Schwäche des Lebens im hohen Alter kein langes Fasten, und dieses wird vornehmlich nur im Mittelalter länger ertragen. So beruht es auch auf der Stärke der Constitution, wenn große Thiere dasselbe länger aushalten als kleine, und fleischfressende länger als pflanzenfressende. C) Bei einer zu geringen Quantität von Nahrung erreicht der Körper nicht seine volle Entwickelung und Kraft; daher giebt der Landwirth, um veredeltes Vieh zu erhalten, noch einmahl so viel Futter als sonst (Nr. 201. IV. S. 392). Im Ganzen genommen kann man wohl sagen, daß auf einer niedrigern Stufe des Lebens verhältnißmäßig mehr Nahrung aufgenommen wird als auf einer höhern: so schätzt Haller (Nr. 95. VI. p. 256) das Verhältniß des täglichen Verbrauchs von festen Nahrungsmitteln zum Körpergewichte bei manchen Raupen wie 2:1, beim Rinde wie 1:8, beim Menschen wie 1:40, indem dieser im Durch-

i.

k.

C.

schnitte zwei bis drei Pfund Speisen täglich zu sich nimmt. Es kommt aber dabei noch auf mancherlei Umstände, namentlich zu-
l. nächst l) auf die Qualität der Nahrung an. Wenn ein Rind 80 Pfund Gras frißt, so wird es mit 24 Pfund Heu eben so gut ernährt; ein Pferd braucht 20 Pfund Heu oder 9 Pfund Hafer; und von Gerste brauchte eine Gans nur 1/40 ihres eigenen Körpergewichtes zur täglichen Nahrung (Nr. 643. II. S. 184).
m. m) Einen bedeutenden Unterschied macht ferner die Häufigkeit oder Seltenheit der Mahlzeit, welche bei jedem Thiere in dessen Organisation und Lebensverhältnissen begründet ist. Grasfressende Thiere bedürfen einer großen Quantität Nahrung, finden sie in ihrer Heimath fortwährend, jedoch so, daß sie sie nur nach und nach einsammeln können: sie fressen und verdauen den größten Theil des Tags hindurch, aber immer nur wenig auf einmahl; daher muß man bei der Stallfütterung immer eine gleiche Quantität Futter geben (Nr. 201. IV. S. 410), dieselbe einem Pferde nicht auf einmahl, sondern in kleinen Portionen reichen und ihm zum Fressen drei Stunden Zeit lassen (ebd. S. 443). Die von animalischer Substanz sich nährenden Thiere müssen warten, bis sie eine Beute finden, und dann so viel davon verzehren, daß sie auf längere Zeit gesättigt bleiben: so saugen die Mücken so viel Blut, daß ihr ganzer Hinterleib davon angeschwellt und der Koth aus dem After gepreßt wird; Raubkäfer verzehren in kurzer Zeit Insecten, die halb so groß als sie selbst sind, und an denen sie mehrere Tage zu verdauen haben; fleischfressende Säugethiere und Vögel halten die Entbehrung der Nahrung länger aus als pflanzenfressende; giebt man eingesperrten Raubthieren ihre tägliche Quantität Futter nicht mit einem mahle, sondern in getheilten Portionen, so geben sie es zum Theil unverdaut mit dem Kothe
n. von sich und magern dabei ab. n) Schon aus dem Obigen (g) ergiebt es sich, daß die Quantität der Nahrung mit der Consumtion im Gleichgewichte stehen muß. So nimmt der Mensch nach starken Anstrengungen, so wie nach überstandenen Krankheiten und erlittenem Verluste an Säften mehr Nahrung zu sich, und dem Zugviehe muß man die gewöhnliche Futtermenge vermehren oder vermindern, je nachdem es schwerere Arbeiten oder mehr Ruhe

hat als sonst. Dasselbe gilt von vorangegangener Entbehrung; so verzehrte eine Schnecke, welcher sechs Wochen lang die Nahrung entzogen worden war, binnen einigen Stunden so viel als 1/4 ihres eigenen Körpergewichts betrug (Nr. 578. 1816. S. 204).

§. 936. In Hinsicht auf Qualität sind die Nahrungsmittel entweder organische oder unorganische Substanzen (§. 937). A) Die eigentlich nährenden nächsten Bestandtheile der erstern sind in den Pflanzen theils solche ohne Stickstoff, als Stärkemehl, Gummi, Zucker, fettes Öl, theils die stickstoffhaltigen Pflanzeneiweiß, Kleber und Fungin; in thierischen Substanzen Faserstoff, Eiweißstoff, Gallert, Osmazom, Käsestoff, welche Stickstoff enthalten, Fett und Milchzucker ohne Stickstoff. Da jeder dieser nächsten Bestandtheile der organischen Materie aus einer Verbindung der Elementarstoffe in eigenthümlicher Proportion besteht, so giebt es keinen einigen Nahrungsstoff, sondern nur verschiedene Arten desselben. Prout (Nr. 196. XXXI. S. 162. 226) hat sie auf die drei Bestandtheile der Milch, Eiweißstoff, Zucker und fettes Öl, zurückzuführen versucht; er bezeichnet sie aber mehr als Gruppen, in welche er neben den Eiweißstoff den Faserstoff, die Gallert, den Käsestoff und den Kleber, neben den Zucker das Gummi stellt. Uns kommt es aber mehr darauf an, in den ihnen gemeinschaftlich zukommenden Merkmalen ihren Begriff aufzufassen. a) Sie charakterisiren sich aber als die gemeinartigsten, am weitesten verbreiteten Bestandtheile, von welchen jeder lebende Körper wohl mehr als einen enthält, so daß, wo nur immer organische Wesen vorkommen, andere auch ihre Nahrung finden können. b) Sie verhalten sich ferner indifferent gegen den Organismus, d. h. sie verursachen keine bemerklichen Veränderungen in dessen Mischungsverhältnissen und Lebensthätigkeiten, bewirken keine hervorstechende Erregung eines einzelnen Systems, und führen nie eine chemische Zersetzung herbei. Auch zeigen sie sich nach der früher (§. 835. B) erwähnten Ansicht als der chemischen Indifferenz, wie sie im Wasser erscheint, meist nahe stehend, jedoch mit einigem Übergewichte des Basischen. Während nämlich das Verhältniß des Wasserstoffs zum Sauerstoffe in den reizenden Harzen und Alkaloiden im Ganzen genommen wie 1 : 1 oder 2

A.

a.

b.

ist, stellt es sich in dem Faserstoffe, der Gallert, dem thierischen und pflanzlichen Eiweißstoffe auf 1 : 3 und darüber, in Zucker, Gummi und Stärkemehl ziemlich wie im Wasser, nämlich 1 : 8, worauf es andererseits in dem Gerbstoffe und den Säuren, als nicht nährenden Stoffen, 1 : 10 bis 20 wird. Indeß wird das indifferente Verhalten zum Organismus noch durch andere Momente bestimmt; denn die Proportion des Wasserstoffs zum Sauerstoffe ist im fetten Öle 1 : 1,11 und im Käsestoffe 1 : 1,53.

B. B) Beide organische Reiche liefern den Nahrungsstoff, das Thierreich aber im weitesten Umkreise. Die niedrigsten Thiere, Infusorien, Polypen und Entozoen nähren sich von thierischer Substanz; dasselbe gilt von den meisten übrigen wirbellosen Thieren, mit Ausnahme der Insecten, bei welchen die vegetabilische Nahrung häufiger wird; eben so ist unter den Wirbelthieren bei Fischen und Amphibien die animalische Nahrung überwiegend, und tritt erst bei Vögeln und Säugethieren mehr zurück; die Pflanzenfresser unter letztern werden aber in der ersten Zeit nach der Geburt mit thierischer Milch genährt, wie auch manche Insecten als Larven von animalischer und im vollkommnen Zustande von vegetabilischer Nahrung leben.

c. c) Beide Arten von Nahrung sind überhaupt nicht schlechthin verschieden, und gehen selbst durch Mittelstufen in einander über: die animalische ist am entschiedensten im Fleische und Blute der warmblütigen Thiere, und nähert sich in der Substanz der Amphibien und Fische, noch mehr aber in der der wirbellosen Thiere, der vegetabilischen; und die vegetabilische zeigt sich am reinsten in den säuerlichen Säften und dem Laube der Pflanzen, während sie in den Wurzeln, den Früchten, besonders den öligen und mehligen Samenkörnern sich mehr der animalischen Kost nähert. Nur die stärksten fleischfressenden Thiere, z. B. Adler, Schuhus, Löwen, Tiger u. s. w. verhungern eher, als daß sie Vegetabilien anrühren sollten; Hunde, Katzen und andere gezähmte Fleischfresser, z. B Ottern, gewöhnen sich an Pflanzennahrung, besonders an Brod. Noch seltener verschmähen die Pflanzenfresser in der Noth animalische Kost, vielmehr können sie sich so daran gewöhnen (Nr. 95. VI. p. 190 sq.), daß sie dieselbe dann vorziehen: Tauben; die durch Entziehung

anderer Nahrung zum Genusse von Fleisch genöthigt waren, wollten hernach keine Körner mehr fressen (Nr. 639. S. 180); Rinder und Pferde, die man mit Fischen gefüttert hat, gehen in das Wasser, um zu fischen, und wenn Heuschrecken die Weideplätze verwüstet haben, so werden sie selbst von den hungernden Rindern verzehrt (Nr. 196. XXXVII. S. 55). d) Thiere, die in ihrer Organisation einander nahe verwandt sind, weichen in der Art der Nahrung von einander ab. Während die Polypen im Ganzen genommen nur von Thieren sich nähren, z. B. die Hydra selbst kleine Fische und gehacktes Fleisch frißt, dagegen Pflanzentheile verschmäht oder unverdaut wieder von sich giebt (Nr. 136. S. 114. 140. 177 fg.), nährt sich die Tubularia gelatinosa von Blüten und Samen der Wasserlinse. Die Gasteropoden leben im Ganzen genommen von Thieren, aber einige auf dem Lande sich aufhaltenden, so wie die Aplysien unter den Seethieren, auch von Pflanzen. Unter den Käfern sind manche Gattungen Pflanzenfresser, andere derselben Sippe Fleischfresser. Ähnliche Verhältnisse finden sich unter den Säugethieren bei den Bären und den Cetaceen. e) Viele Thiere nehmen aber auch animalische und vegetabilische Nahrung ohne Unterschied zu sich. Die vornehmlich auf animalische Nahrung angewiesenen Sumpf- und Wasservögel fressen außer Fischen, Amphibien, Wasserinsecten u. s. w. auch Wasserpflanzen und deren Samen. Die Singvögel leben theils von Früchten und Samenkörnern, theils von Insecten und Würmern, so daß wenige nur die eine Nahrung, die meisten beiderlei ohne Unterschied genießen; Ähnliches gilt von den hühnerartigen Vögeln, deren Nahrungskreis einerseits auch über Amphibien, andererseits über das Laub mancher Pflanzen sich ausbreitet. Besonders aber verzehren die krähenartigen Vögel außer den Samenkörnern was sie nur von animalischen Substanzen finden, Insecten, Amphibien, junge Vögel, kleine Säugthiere und allerlei Aas. Unter den Sohlengängern frißt der Maulwurf außer Würmern, Insecten und Crustaceen auch Wurzeln, der Igel, der Dachs, der Vielfraß und der Bär außer Würmern, Insecten, Amphibien, Vögeln und Säugethieren auch Früchte, Samenkörner und Wurzeln. Fuchs und Marder lieben Baumfrüchte, das

Wiesel dagegen nur Pilze. Während auf der andern Seite die Nager im Ganzen zu vegetabilischer Kost bestimmt sind, fressen der Schläfer, die Haselmaus, das Ziesel, der Hamster auch Insecten, Würmer, kleine Vögel und Säugethiere; besonders aber verzehren die verschiedenen Mäusearten, was sich ihnen nur darbietet. f) Schon aus diesen leicht zu vermehrenden Beispielen erhellt, was man von der Behauptung zu halten hat, daß der Mensch nur aus einem organischen Reiche seine Nahrung ziehen solle (Nr. 95. VI. p. 189). Und wenn Rousseau dem Menschen bloß vegetabilische Nahrung zugestehen will, weil er gleich den Pflanzenfressern zwei Brüste hat und gewöhnlich nur ein Junges zur Welt bringt, indeß Helvetius ihn wegen der Kürze seines Blinddarms zu ausschließlicher Fleischnahrung bestimmt erklärt, so fällt die Schwäche dieser Gründe in die Augen. Die Bestimmung des Menschen zu gemischter Nahrung verkündigt sich in seiner Organisation: seine Zähne gleichen denen der Fleischfresser, aber seine Schneidezähne sind verhältnißmäßig breiter, denen der Pflanzenfresser ähnlicher, seine Eckzähne kleiner, und seine Backzähne nicht mit so stark vorragenden Spitzen versehen; auch sein Magen kommt mehr dem der Fleischfresser nahe, wie dies aber auch vom Magen der Einhufer und Schweine gilt; der Darm ist nicht so lang wie bei Pflanzenfressern und nicht so kurz wie bei Fleischfressern; der Blinddarm ist ungleich kleiner als bei Pflanzenfressern, und der Afterdarm ist länger und weiter als bei Fleischfressern. Gall hatte noch ein Merkmal am Baue des Kopfes angegeben: wenn man nämlich vom Jochfortsatze zum Zitzenfortsatze eine wagerechte, und auf diese eine durch den Gehörgang gehende senkrechte Linie zieht, so soll diese bei dem Menschen den Schädel in zwei gleiche Hälften theilen, während die größere Hälfte bei den Pflanzenfressern vor, bei den Fleischfressern hinter diese Linie falle, was denn bei Letztern auf eine stärkere Entwickelung des kleinen Hirns und der hintern Lappen des großen Hirns deuten würde; indeß stimmt die Beobachtung nicht ganz damit überein. Eben so wenig mögen wir mit Broussonet aus dem Verhältnisse der Eckzähne zu den übrigen Zähnen die normale Proportion der animalischen zur vegetabilischen Nahrung bestimmen. g) Das Wich=

tigste ist der Instinct zu gemischter Nahrung und die Wirkung derselben auf den Lebenszustand. Eine rein vegetabilische Diät verursacht leicht krankhafte Säure, Blähungsbeschwerden, und Mangel an Muskelkraft. Animalische Substanz enthält den Nahrungsstoff mehr concentrirt, braucht also nicht in so großer Quantität genossen zu werden, belästigt deshalb, und weil sie leichter assimilirt wird, die Verdauungsorgane weniger, und giebt mehr Muskelkraft; aber ihr ausschließlicher Gebrauch erzeugt Vollblütigkeit, Geneigtheit zu entzündlichen Zuständen, so wie zu Abnormitäten der Secretion, namentlich der Nieren (§. 853. k) und der Haut. Eine gemischte Kost vereinigt die Vortheile beider, und läßt sich nach den Umständen modificiren, so daß z. B. in jedem Zustande der Aufregung der Lebensthätigkeiten eine vegetabilische, bei schwächerer Erregung hingegen und nach stärkerer Consumtion eine animalische Diät ersprießlicher ist. C) Man hat den Grad der Nahrhaftigkeit einer Substanz nach chemischen Grundsätzen zu bestimmen gesucht. Prout nimmt den Kohlenstoff als das eigentlich nährende Princip an, so daß die Nahrhaftigkeit einer Speise zu ihrem Gehalte an demselben in geradem Verhältnisse steht. Hiernach würden denn die nächsten Bestandtheile in aufsteigender Stufenreihe auf folgende Weise sich ordnen: Gummi (0,422), Zucker (0,424), Stärkemehl (0,435), Gallert (0,478), Eiweißstoff (0,528), Faserstoff (0,533), Pflanzeneiweißstoff (0,549), Käsestoff (0,597), Fett (0,760). Indessen enthalten die Alkaloiden, die Harze und die ätherischen Öle mehr Kohlenstoff als einige oder alle nahrhafte Substanzen. Nach Davy soll die Nahrhaftigkeit der Pflanzen ihrem Gehalte an in Wasser löslichen Bestandtheilen entsprechen; dann würde aber das Gummi sehr, und das fette Öl gar nicht nahrhaft sein. Auch hat man die Nahrhaftigkeit der verschiedenen Fleischarten nach ihrem Gehalte an Gallert, Eiweißstoff und Faserstoff zu bestimmen gesucht, und hiernach folgende aufsteigende Reihe gegeben: Kabliau (0,18), Stockfisch (0,21), Schweinfleisch (0,24), Kalbfleisch (0,25), Rindfleisch (0,26), Hühnerfleisch (0,27), Hammelfleisch (0,29); indessen mag wohl derselbe nächste Bestandtheil in jeder Thiergattung besonders modificirt sein, und somit auch einen eigenthüm-

lichen Grad von Nahrhaftigkeit besitzen. Hier kann also nur die Erfahrung entscheiden, und diese ist an Thieren wegen der einfachern Verhältnisse am sichersten. Bei diesen findet man aber bestätigt, was auch beim Menschen bemerkt wird, daß es zu einer gehörigen Ernährung nicht allein auf den Gehalt an nahrhaften Stoffen, sondern auch auf das Volumen ankommt, daß also einer concentrirten Nahrung minder nahrhafte Substanzen, welche den Verdauungsorganen eine hinlängliche Masse zu lebendiger Gegenwirkung darbieten, zuzusetzen sind, wie denn bei der Fütterung von Pferden ein Zusatz von Häckerling zum Hafer immer zuträglich ist. Übrigens entscheidet über die Nahrhaftigkeit einer Speise weder das Gefühl der Sättigung allein, da dies von dem Erregungszustande des Magens abhängt, noch auch die Wirkung auf den Kraftzustand, da manche Substanzen ohne stark zu nähren die Muskelkraft erhöhen und umgekehrt. D) Magendie (Nr. 247. II. p. 389) fand, daß Hunde, wenn sie bloß mit Zucker, oder mit Gummi oder Baumöl oder Butter gefüttert wurden, abmagerten, schwach wurden, Geschwüre der Hornhaut mit starker Secretion der Augenliderdrüsen bekamen und ungefähr nach fünf Wochen starben, wie auch Esel, bloß mit gekochtem Reis gefüttert, nur 14 Tage lebten; er schloß daraus, daß Substanzen, welche keinen Stickstoff enthalten, das Leben nicht zu erhalten vermögen, und erklärte die dagegen gemachten Einwendungen für ungültig, denn wenn die Mauren und die Karavanen in den africanischen Wüsten mit Gummi sich nährten, so geschähe dies eben nur auf einige Zeit; die Neger äßen gewöhnlich nicht Zucker, sondern Zuckerrohr; und die Völker, die von Reis oder Mais lebten, genössen dabei auch Milch und Käse. Jene Erfahrungen wurden anderweits bestätigt: nach Lassaigne und Yvart (Nr. 576. IX. p. 271) starben bei Fütterung mit Zucker, Stärkemehl und destillirtem Wasser Meerschweinchen nach 8, Mäuse nach 15 Tagen; Schafe, mit bloßem Zucker und Wasser gefüttert, lebten nach Macaire und Marcet (Nr. 685. LI. p. 386 sq.) nur 20 Tage; Gänse lebten nach Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. II. S. 184. 189. 192) bei bloßem Gummi 16, bei Zucker 20, bei Stärkemehl 27 Tage. Was den Zucker betrifft, so war

es schon den Landwirthen bekannt, daß derselbe nur in beschränktem Maaße dem thierischen Körper zuträglich sei, wie denn Runkelrüben zu alleinigem Futter nicht taugen (Nr. 201. IV. S. 370); auch führt Foderé (Nr. 451. III. p. 15) an, daß die Bewohner des Departements der Seealpen, wenn sie bei Mangel an Getraide von trocknen Feigen sich nähren, bleich, schwach und kränklich werden, und daß Kinder, die einen Tag über bloß Zucker und in großer Menge gegessen hatten, von Fieber mit einem Hautausschlage und Furunkeln befallen wurden. — Allein Magendie erkannte bald, daß in seinen obigen Versuchen nicht der Mangel an Stickstoff allein, sondern vornehmlich die Einförmigkeit der Nahrung das Verderbliche war, denn auch bei ausschließlicher Fütterung mit einer Art von stickstoffigen Nahrungsmitteln gingen die Thiere zu Grunde: Hunde, bloß mit Käse oder hartgekochten Eiern gefüttert, wurden mager, schwach und verloren die Haare; bekamen sie bloß Weißbrod und Wasser, so starben sie binnen sieben Wochen atrophisch, und bekamen sie in der sechsten Woche ihr gewöhnliches Futter wieder, so fraßen sie es mit Begierde, jedoch ohne daß der fortschreitenden Abmagerung und dem Tode dadurch gewehrt worden wäre (Nr. 785. II. S. 422 fg.). Gänse, welche Tiedemann (Nr. 643. II. S. 197) bloß mit gekochtem Eiweiß füttern ließ, starben in der siebenten Woche. Edwards und Balzac (Nr. 423. 2. Serie. I. p. 319 sqq.) fanden, daß Hunde, mit einer Suppe aus Brod, Gallert und Wasser, in der Proportion wie sonst in einer guten Fleischbrühe, gefüttert, abmagern und nach einigen Monaten sterben; daß die Herabsetzung auf Brod und Wasser diesen Erfolg noch schneller herbeiführt, dagegen der Zusatz von frischer Fleischbrühe demselben vorbeugt, daß also die Gallert zwar nahrhaft ist, aber für sich allein keine hinreichende Nahrung gewährt. Bei der Fütterung mit Gallert wuchsen zwar junge Hunde bisweilen, und nahmen an Gewicht zu, wurden aber mager und kraftlos; meistentheils nahm das Gewicht der Thiere beim Übergange von einer Fütterungsart zur andern anfangs etwas zu; übrigens wirkte aus Knochen bereitete Bouillontafel im Ganzen nicht anders als Tischlerleim, bei einzelnen Individuen verschieden. Die einzelnen Versuche gaben folgende Resultate.

	Dauer	Gewicht.				Zustand
		Anfang	Ende.			
	Tage	Grammen	Grammen	Tausendtheile		am Ende.
1. a. Gallertsuppe	75	2350	2285	— 27		übel aussehend.
b. Brod und Wasser . . .	20	2285	1883	— 175		dem Tode nahe.
c. Fleischsuppe	14	1883	2943		+ 562	gesund.
2. a. Gallertsuppe	16	1107	1230		+ 111	matt.
b. Fleisch und Brod	36	1230	1996		+ 622	gesund.
c. Gallertsuppe	21	1996	2025		+ 14	
d. Brod und Wasser . . .	23	2025	1992	— 16		matt.
e. Fleischsuppe	14	1992	2581		+ 295	
3. a. Gallertsuppe	81	3433	3320	— 32		
b. Brod und Wasser . . .	19	3320	3024	— 89		
c. Fleischsuppe	14	3024	3759		+ 243	
4. a. Gallertsuppe	86	2384	2107	— 116		
b. Brod und Wasser . . .	25	2107	1593	— 243		todt.
5. a. Gallertsuppe	47	1656	1283	— 225		todt.
6. a. Gallertsuppe	34	4163	3954	— 50		
b. Brod und Wasser . . .	20	3954	3490	— 117		
c. Fleischsuppe	19	3490	4151		+ 189	
7. a. Fleisch	17	2124	2264		+ 65	
b. Gallertsuppe	30	2264	1697	— 250		
c. Dieselbe mit etwas Fleischbrühe	25	1697	2143		+ 262	

Noch auffallender ist es aber, daß nach Magendies Erfahrungen Kaninchen nicht über vierzehn Tage leben, wenn ihnen von ihren gewöhnlichen Nahrungsmitteln (Kohl, Carotten, Gerste u. s. w.) immer nur ein und dasselbe gegeben wird. [Zusatz von Ernst Burdach. Ich stellte mit drei noch nicht völlig ausgewachsenen Kaninchen von demselben Wurfe, die an Geschlecht, Größe, Farbe und sonstiger Bildung einander ganz gleich waren, folgenden Versuch an. Das eine bekam außer Wasser bloß Kartoffeln, so viel es fressen wollte; es fraß am ersten Tage 14 Loth, am zweiten Tage nur 12 Loth, und so fort immer weniger; sein Körpergewicht, das am siebenten Tage 40¼ Loth betrug, sank bis zum dreizehnten Tage auf 30¾ Loth, wo es völlig entkräftet und abgemagert starb. Das zweite wurde auf gleiche Weise nur mit Gerste gefüttert: es verzehrte davon am ersten Tage 5 Loth, am dritten 3½, und nun täglich weniger bis auf 1 Loth herunter; sein Körpergewicht nahm in den ersten 14 Tagen auf 45½ Loth zu, in der dritten Woche auf 41 Loth ab; in der vierten erfolgte der Tod. Das dritte bekam abwechselnd den einen Tag Kartoffeln, den andern Gerste: im Durchschnitte nahm es täglich von erstern 11 Loth, von letzterer 2 Loth zu sich, und sein Körpergewicht stieg dabei bis zum neunzehnten Tage auf 51½ Loth; da sich von nun an sein Gewicht gleich blieb, so wurden ihm in der dritten Woche Kartoffeln und Gerste zugleich vorgesetzt; es fraß nun täglich von jenen 5 bis 6, von dieser 1½ Loth, und blieb dabei gesund und munter.] Dies stimmt nun mit andern bekannten Thatsachen überein. Einförmige Speise ermangelt nicht schlechthin aller Nahrungskraft; denn manche niedere Thiere, namentlich Raupen, sind an eine einzige Art von Nahrung gebunden, und auch Säugethiere können dergleichen vertragen: so sah Magendie bei ausschließlicher Fütterung mit Reis, der doch keinen Stickstoff enthält, einen Hahn, und mit Commißbrod einen Hund gesund bleiben, und nach Collard de Martigny können junge Thiere, denen man von Anfang an einfaches Futter giebt, dabei gedeihen, während ältere, die schon an gemischte Nahrung gewöhnt sind, dabei verkümmern. Im Ganzen genommen aber bewirkt die Mannichfaltigkeit der Nah-

	Dauer	Gewicht.				Zustand
		Anfang	Ende.			
	Tage	Grammen	Grammen	Tausendtheile		am Ende.
1. a. Gallertsuppe	75	2350	2285	— 27		übel aussehend.
b. Brod und Wasser . . .	20	2285	1883	— 175		dem Tode nahe.
c. Fleischsuppe	14	1883	2943		+ 562	gesund.
2. a. Gallertsuppe	16	1107	1230		+ 111	matt.
b. Fleisch und Brod	36	1230	1996		+ 622	gesund.
c. Gallertsuppe	21	1996	2025		+ 14	
d. Brod und Wasser . . .	23	2025	1992	— 16		matt.
e. Fleischsuppe	14	1992	2581		+ 295	
3. a. Gallertsuppe	81	3433	3320	— 32		
b. Brod und Wasser . . .	19	3320	3024	— 89		
c. Fleischsuppe	14	3024	3759		+ 243	
4. a. Gallertsuppe	86	2384	2107	— 116		
b. Brod und Wasser . . .	25	2107	1593	— 243		todt.
5. a. Gallertsuppe	47	1656	1283	— 225		todt.
6. a. Gallertsuppe	34	4163	3954	— 50		
b. Brod und Wasser . . .	20	3954	3490	— 117		
c. Fleischsuppe	19	3490	4151		+ 189	
7. a. Fleisch	17	2124	2264		+ 65	
b. Gallertsuppe	30	2264	1697	— 250		
c. Dieselbe mit etwas Fleischbrühe	25	1697	2143		+ 262	

Noch auffallender ist es aber, daß nach Magendies Erfahrungen Kaninchen nicht über vierzehn Tage leben, wenn ihnen von ihren gewöhnlichen Nahrungsmitteln (Kohl, Carotten, Gerste u. s. w.) immer nur ein und dasselbe gegeben wird. [Zusatz von Ernst Burdach. Ich stellte mit drei noch nicht völlig ausgewachsenen Kaninchen von demselben Wurfe, die an Geschlecht, Größe, Farbe und sonstiger Bildung einander ganz gleich waren, folgenden Versuch an. Das eine bekam außer Wasser bloß Kartoffeln, so viel es fressen wollte; es fraß am ersten Tage 14 Loth, am zweiten Tage nur 12 Loth, und so fort immer weniger; sein Körpergewicht, das am siebenten Tage 40¼ Loth betrug, sank bis zum dreizehnten Tage auf 30¾ Loth, wo es völlig entkräftet und abgemagert starb. Das zweite wurde auf gleiche Weise nur mit Gerste gefüttert: es verzehrte davon am ersten Tage 5 Loth, am dritten 3½, und nun täglich weniger bis auf 1 Loth herunter; sein Körpergewicht nahm in den ersten 14 Tagen auf 45½ Loth zu, in der dritten Woche auf 41 Loth ab; in der vierten erfolgte der Tod. Das dritte bekam abwechselnd den einen Tag Kartoffeln, den andern Gerste: im Durchschnitte nahm es täglich von erstern 11 Loth, von letzterer 2 Loth zu sich, und sein Körpergewicht stieg dabei bis zum neunzehnten Tage auf 51½ Loth; da sich von nun an sein Gewicht gleich blieb, so wurden ihm in der dritten Woche Kartoffeln und Gerste zugleich vorgesetzt; es fraß nun täglich von jenen 5 bis 6, von dieser 1½ Loth, und blieb dabei gesund und munter.] Dies stimmt nun mit andern bekannten Thatsachen überein. Einförmige Speise ermangelt nicht schlechthin aller Nahrungskraft; denn manche niedere Thiere, namentlich Raupen, sind an eine einzige Art von Nahrung gebunden, und auch Säugethiere können dergleichen vertragen: so sah Magendie bei ausschließlicher Fütterung mit Reis, der doch keinen Stickstoff enthält, einen Hahn, und mit Commißbrod einen Hund gesund bleiben, und nach Collard de Martigny können junge Thiere, denen man von Anfang an einfaches Futter giebt, dabei gedeihen, während ältere, die schon an gemischte Nahrung gewöhnt sind, dabei verkümmern. Im Ganzen genommen aber bewirkt die Mannichfaltigkeit der Nah-

rungsmittel ein besseres Gedeihen, und ist für die höhern Thiere mehr Bedürfniß. Es giebt keinen Vogel, der bloß auf eine einzige Art von Nahrungsmitteln angewiesen wäre, wenn auch jeder sein Lieblingsfutter hat, welches ihm am besten bekommt (Nr. 232. I. S. 89). So hat auch jedes pflanzenfressende Säugethier einen weiten Nahrungskreis: Linné legte ihnen verschiedene Kräuter vor, und sah, daß die Ziege 449 unter 575, das Schaf 387 unter 528, das Rind 276 unter 494, das Pferd 262 unter 474, und das Schwein 72 unter 243 Arten verzehrte. Man bemerkt ferner an Thieren, die man füttert, daß einige mehr, andere weniger die Abwechselung lieben, wie denn z. B. Meerschweinchen einerlei Futter bald überdrüssig werden (Nr. 115. I. S. 899). Auch die Mannichfaltigkeit der gleichzeitig genoßnen Nahrungsmittel wirkt günstig: so hat man die Beobachtung gemacht, daß die von Fleisch und Vegetabilien lebenden Genettkatzen, wenn sie den einen Tag Fleisch, den andern Brod und Milch bekamen, nicht so vollständig ernährt wurden, als wenn sie beiderlei täglich erhielten (Nr. 196. XXXV. S. 264), und um das Vieh zu mästen, giebt man ihm gemischte Nahrung, z. B. die Kartoffeln mit Heu (Nr. 201. IV. S. 369). Der Mensch wird nicht minder durch den Instinct des Geschmacks bestimmt, sowohl mit seinen Nahrungsmitteln abzuwechseln, als auch dieselben verschiedentlich zu combiniren und das Fade mit Pikantem, das Fette mit Salzigem, das Stickstoffreiche mit vegetabilischen Säuren u. s. w. zu verbinden, da mit einem solchen Accorde der Geschmacksarten zugleich eine höhere Verdaulichkeit gegeben wird. So erkannte Prout (Nr. 196. XXXI. S. 228), daß zu einer vollständigen Ernährung Stoffe aus allen drei von ihm angenommenen Classen nahrhafter Substanzen, oder wenigstens aus zweien derselben mit einander verbunden sein müssen. Cameron (Nr. 760) erzählt von zwei Frauen, die bei ausschließlichem Genusse von Thee und Butterbrod so skorbutisch wurden, daß die eine starb, während die andere bei Veränderung ihrer Diät genas. Die Versuche, welche William Stark (Nr. 671) an sich selbst anstellte und deren Märtyrer er wurde, bewiesen im Allgemeinen die Schädlichkeit einer einförmigen Diät, konnten aber keine wei-

tern Resultate gewähren. Er begann sie nämlich damit, daß er 45 Tage lang bloß Brod und Wasser genoß, und zwar vom Brode in den ersten 12 Tagen nur 20, in den folgenden 25 Tagen 30, und in den letzten 8 Tagen 38 Unzen täglich zu sich nahm, wobei er 8 Pfund an Körpergewicht verlor. So geschwächt ging er nun unmittelbar und ohne sich zuvor wieder auf den Normalzustand gebracht zu haben, zu einer vierwöchentlichen Diät von Brod und Zucker, dann zu einer dreiwöchentlichen Diät von Brod und Baumöl fort u. s. w., bis er nach acht Monaten sein Leben endete. Interessanter war das Resultat, welches Rumford (Nr. 813. I. S. 253 fg.) aus mehrjährigen Beobachtungen über Armenspeisung gewann, daß nämlich die Nahrhaftigkeit einer Speise weniger von der Menge ihrer nährenden Bestandtheile, als vielmehr auch von der Wahl der Zuthaten und der gehörigen Behandlung des Feuers bei ihrer Zubereitung abhängt, und daß, wenn diese Bedingungen gehörig erfüllt sind, eine sehr geringe Menge fester Nahrungsmittel zu Erhaltung der Gesundheit hinreicht, wie denn eine zur vollkommnen Sättigung eines gesunden erwachsenen Menschen hinlängliche Portion der nach seiner Vorschrift bereiteten Suppe nicht mehr als 12 Loth feste Substanz, und zwar an Graupen, Erbsen, Kartoffeln und Brod enthielt (ebd. S. 270 fgg.).

§. 937. Zu den nächsten Bestandtheilen der organischen Körper gehören auch solche, die in der unorganischen Natur vorkommen (§. 836. a—c) und zum Ersatze des erlittenen Verlustes vom Organismus aufgenommen werden müssen; mithin als Nahrungsmittel zu betrachten sind. Wie diese unorganischen Substanzen im lebenden Körper nicht in ihrer Reinheit, sondern immer in Verbindung mit eigenthümlicher organischer Materie vorkommen, so können sie auch nicht für sich allein, sondern nur in Vereinigung mit organischer Substanz sich nahrhaft erweisen. Hierdurch unterscheiden sie sich von den Nahrungsmitteln aus dem organischen Reiche. Indessen ist dieser Unterschied doch nur relativ. Abgesehen davon, daß die verschiedenen organischen Substanzen vereinzelt weder in einem Organe vorkommen, noch als Nahrung dienen können (§. 936. D), so verlieren sie diese

Wirksamkeit zum Theil auch, wenn sie aus ihrer natürlichen Verbindung mit unorganischen Substanzen gesetzt werden. Was aber letztere anlangt, so vermag das Wasser zum Theil für sich allein

A. Nahrung zu gewähren. A) Wasser ist, mehr oder weniger gebunden, ein Bestandtheil des Bluts, wie aller festen und flüssigen

a. Theile des Organismus überhaupt. a) Es macht die Grundlage aller flüssigen Nahrungsmittel aus, und geht in das Blut über. Schultz (Nr. 191. 1838. IV. St. S. 27 fgg.) fand im Durchschnitte von drei Fällen, daß ein Ochse nach dem Saufen 0,057 mehr Wasser im Blute hat, als zuvor, und daß von 72 Pfund, die er säuft, alsbald gegen 4 Pfund in das Blut übergehen; bei einem, der in 24 Stunden kein Wasser bekommen hatte, enthielt das Blut 0,775 davon, während es nach reichlichem Saufen 0,840 enthielt. Nach Botta (Nr. 804. III. S. 326) sind die nach langer Entbehrung abgemagerten Kameele in der Wüste, wenn sie an einem Tränkplatze gesoffen, ein wenig geruht und eine Handvoll Futter bekommen haben, wieder so wohl beleibt wie früher: offenbar ist dies eine von Vermehrung der Blutmasse durch Wasser abhängige Turgescenz, indem die zuvor zusammengefallenen Haargefäße wieder strotzen. Auch der Instinct weist darauf hin, daß das Wasser das Nöthigste für die Blutbildung ist: nach einem starken Blutverluste entsteht auch nach Piorrys (Nr. 196. XIII. S. 189) Beobachtungen heftiger Durst ohne Hunger. Das Wasser muß nämlich die Basis des Bluts ausmachen und seine Bestandtheile gelöst, so wie in gehöriger Proportion erhalten. [Zusatz von Ernst Burdach. Einem Hunde war nach vierundzwanzigstündigem Hunger und Durst Wasser zum Saufen vorgesetzt, und darauf noch etwa ½ Pfund davon gewaltsam beigebracht worden. Nach der eine halbe Stunde später erfolgten Tödung zeigte sich der ductus thoracicus ganz strotzend gefüllt, und es floß nach dessen Zerschneidung eine große Menge dünnflüssiger, gelblich weißer Lymphe in raschem Strome aus. Dieselbe enthielt sehr wenig gerinnbaren Stoff, denn erst nach Verlauf einer Stunde bildete sich ein in der hellen Flüssigkeit schwimmendes Klümpchen von Chyluskuchen, welches bei ruhigem Stehen nach 24 Stunden bis auf wenige Flecken verschwunden

war. Das klare Serum zeigte unter dem Mikroskope nur sehr einzeln schwimmende, helle Lymphkügelchen. Das venöse Blut schien wohl im Allgemeinen dünnflüssig, ließ jedoch unter dem Mikroskope keinen Mangel an Blutkörperchen erkennen. Magen und Dünndarm enthielten noch etwas mit Schleim gemischtes Wasser. Eine ähnliche Dünnflüssigkeit des Chylus zeigte sich bei einem mit Staupe behafteten Hunde, welcher mehrere Tage vor seiner Tödung nur flüssige Nahrung zu sich genommen hatte. Bei diesem hatte der Chylus durchaus keine Spur von milchweißer Färbung, sondern sah gelb und klar wie sehr saturirter Urin aus. Er war in sehr großer Menge vorhanden, und floß aus der Cisterne noch eine Stunde nach deren erster Entleerung aus. Auch hier zeigten sich nur sehr einzelne helle Kügelchen unter dem Mikroskope, und die in Uhrgläsern aufgefangene Flüssigkeit bildete keinen normalen Chyluskuchen, sondern überzog sich nur mit einem sehr feinen Häutchen von geronnener Substanz. Als Gegensatz zu der eben beschriebenen Beschaffenheit des Chylus verdient eine besondere Dickflüssigkeit desselben Erwähnung, welche ich bei einem Kaninchen beobachtet habe, das nur mit Gerste gefüttert worden, und bei dieser einförmigen Kost verhungert war. Es fand sich bei demselben nämlich in dem ductus thoracicus und der Cisterne nur wenig und zwar ganz dickflüssiger Chylus, welcher nur mit Mühe aus dem Gefäß herausgequetscht werden konnte. Derselbe hatte ein gelbliches, dabei klares Aussehen, und zeigte unter dem Mikroskope wenig Chyluskörner in einer gleichmäßigen, hellen, gallertartigen Substanz.] b) Alle feste Nahrungsmittel enthalten gebundenes Wasser; ihre Verdauung wird aber befördert, wenn außerdem noch freies Wasser aufgenommen wird: wenn man Thieren bloß nahrhaftes Futter giebt, so bildet sich nach Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 197) weniger Chylus, als wenn sie auch Wasser bekommen haben. c) Die Ernährung durch Flüssigkeiten ist überhaupt einer niedern Stufe des Lebens eigen (§. 927. a), und hier, namentlich bei den Pflanzen, kann das Wasser auch ohne beigemischte organische Substanz zur Nahrung dienen. Duhamel (Nr. 173. 1748. p. 275) setzte Bohnen, die er zwischen feuchten Schwämmen hatte keimen lassen, in Hya-

b.

c.

cinthengläser, so daß die Wurzeln ins Wasser reichten: die Pflanzen wurden drei Fuß hoch, und einige gaben auch kleine Früchte. Auf ähnliche Weise behandelt, zog er Kastanienbäume zwei Jahre, einen Mandelbaum vier Jahre und eine Eiche acht Jahre hindurch in klarem, filtrirtem Seinewasser; der letztere war zwar in den letzten zwei Jahren weniger gewachsen, da die Wurzeln zu kränkeln schienen, hatte indeß einen über 18 Zoll langen und gegen 20 Zoll im Umfange haltenden Stamm. Tillet (ebd. 1772. p. 118. 123. 136 sq.) säte Waizenkörner in reinen Kieselsand oder gepulvertes Glas, mit Wasser begossen, und zog so Pflanzen, die ungewöhnlich viele und lange Wurzeln hatten, und auch reife Samenkörner gaben. Crell zog sowohl in Sand mit Brunnenwasser (Nr. 433. 1799. II. S. 111), als auch im Pulver geglühter durchsichtiger Kieselsteine mit destillirtem Wasser (Nr. *188. IX. S. 157) aus dem Samen von Sonnenblumen Pflanzen, welche Samenkörner gaben, die im folgenden Jahre eben so behandelt zu Pflanzen mit reifen Samenkörnern sich entwickelten. Abernethy (Nr. 556. S. 81) zog aus Kohlsamen, auf Flanell gestreut und mit destillirtem Wasser benetzt, Pflanzen; ein mit diesen allein gefüttertes Kaninchen wurde nach drei Tagen krank, erholte sich aber bald, als es daneben etwas Gerste, jedoch in acht Tagen nicht mehr als 5 Loth davon bekam, während welcher Zeit es um 2 Loth an Gewicht zugenommen hatte (ebd. S. 87). Schrader (Nr. 811. S. 28) säte Getraidekörner in Schwefelblumen mit destillirtem Wasser begossen in gläsernen oder porcellainenen Gefäßen, die in einen mit Glasfenstern bedeckten Kasten gestellt wurden: die Körner keimten, gaben 12 bis 14 Zoll lange Halme, die zum Theil auch kurze aber blühende Ähren trugen, und getrocknet fünf mahl mehr wogen als die ausgesäten Körner. Braconnot (Nr. 188. IX. S. 134 fg.) säte 36 Gran weißen Senf in Silberglätte, mit destillirtem Wasser begossen, und hielt durch einen darüber gehängten Glaskasten allen Staub ab: es wuchsen Pflanzen, welche blühten, reifen Samen gaben, und frisch 1694, getrocknet aber 561 Gran schwer waren; ähnlichen Erfolg erhielt er, wenn er den Senf in Schwefelblumen oder in feinen Schrot mit destillirtem Wasser säte. Boussingault (Nr. 685. LXXVII. p. 18 sqq.)

brachte 29 Gran Kleesamen in zuvor bis zur Rothglühhitze calcinirten Kieselsand: die daraus erwachsenen Pflanzen wogen nach drei Monaten 67 Gran; auf gleiche Weise behandelte Erbsen, 17 Gran schwer, gaben binnen derselben Zeit 72 Gran schwere Pflanzen mit Blüten und vollkommnem Samen (Nr. 803. VII. p. 889). Epidendron flos aeris nährt sich von dem in der Atmosphäre befindlichen Wasser. — Wenn die Pflanzen in bloßem oder mit unassimilirbaren festen Stoffen gemengtem Wasser ihre Nahrung finden können, aber nicht immer und nur spärlich darin gedeihen, so läßt sich von Thieren nichts Anderes erwarten. Bei diesen finden noch eigene Schwierigkeiten Statt: leben sie ohne weitere Nahrung in gemeinem Wasser, so können die Infusionsthiere darin den Erklärern, wie bei andern Gelegenheiten, zur Aushülfe dienen; das destillirte Wasser dagegen ist kein natürliches, und kann dieses nur sehr unvollkommen ersetzen, beweist aber um so mehr, wenn es in einzelnen Fällen zur Nahrung hinreicht. Abernethy (Nr. 556. S. 77 fgg.) brachte 12 Blutegel in einem mit doppeltem fein durchlöchertem Papier bedeckten Glase in destillirtes Wasser: nach drei Monaten lebten noch 8, und diese hatten um 40 Gran an Gewicht zugenommen; von 200 Froschlarven in destillirtem Wasser, das aller acht Tage erneuert wurde, in einem mit feiner Leinwand bedeckten Glase lebten nach vier Wochen noch 40, und 4 derselben hatten ihre Metamorphose beendigt: hatten sie sich von Infusorien genährt, so mußten doch diese im Wasser ihre Nahrung gefunden haben. Die von Willer (Nr. 758) angestellten Versuche waren nicht so glücklich; indeß lebten und wuchsen fünf Froschlarven doch drei Wochen in bloßem Wasser, wobei ihr Gewicht von 960 Gran in destillirtem Wasser auf 830, in reinem Flußwasser aber nur auf 947 Gran gesunken war. Fordyce (Nr. 756. S. 58 fgg.) hielt Goldfische in destillirtem, mit atmosphärischer Luft geschwängertem Wasser innerhalb eines verschloßnen Glases ein halbes Jahr lang: sie gaben Koth von sich und wuchsen dabei. — Daß aber auch das Leben des Menschen durch Wassertrinken gefristet werden kann, geht daraus hervor, daß diejenigen, welche lange Zeit ohne Nahrung aushielten, Wasser zu trinken pflegten (Nr. 95. VI. p. 176),

wie denn, um nur zwei Beispiele anzuführen, das von Spiritus (Nr. 422. 1822. I. Heft. S. 196) beobachtete Mädchen vier Monate lang täglich bloß zwei Maaß Wasser genoß, und ein junger Mann, der aus Hypochondrie sich entschlossen hatte, keine Speisen mehr zu genießen, nichts als täglich eine halbe bis ganze Pinte Wasser mit etwas Orangensaft zu sich nahm, und dabei 61 Tage aushielt, wo er denn an großer Entkräftung, Abmagerung und Verwirrung des Verstandes litt (Nr. 423. 2. Serie. p. 577). — d) Die normale Proportion der Speisen zu den Getränken wurde von Cornaro wie 1 : 1,16, von Rye wie 1 : 1,33, von Robinson wie 1 : 2,50, von Sanctorius wie 1 : 3,33 und von Linings wie 1 : 3,66 geschätzt (Nr. 95. VI. p. 257). Es liegt aber am Tage, daß sich darüber im Allgemeinen nichts festsetzen läßt, sondern bald mehr bald weniger Getränk erforderlich ist, je nachdem die Speise wenig oder viel Wasser enthält, die Ausdünstung und überhaupt der Säfteverlust bedeutender oder geringer gewesen, die Constitution überhaupt mehr zur Feuchtigkeit oder Trockenheit geneigt, die Einsaugung von Haut und Lungen schwächer oder stärker, und die Atmosphäre trockner oder feuchter ist. Raubthiere und Pflanzenfresser, die sich von weichen, saftigen Kräutern nähren, brauchen im Ganzen genommen weniger Wasser. Raubvögel z. B. können dasselbe mehrere Monate lang entbehren, während Hühner und Tauben, da sie ganze Körner verschlucken, sehr viel davon nöthig haben. Doch macht die Eigenthümlichkeit der Constitution hier einen bedeutenden Unterschied: das Schaf braucht wenig Wasser, und verfällt bei wässeriger Nahrung, z. B. von Sumpfpflanzen, und bei feuchter Luft in Krankheiten; Kaninchen, Meerschweinchen u. s. w. saufen fast gar nicht, und sterben nach Leuret und Lassaigne bei trockner Nahrung (Nr. 642. p. 197); die Rinder bedürfen ungeachtet ihrer saftigen Nahrung des Wassers in hohem Maaße, und eben so saufen die Fischreiher viel. Nach einem Säfteverluste durch Schweiß, Diarrhöe u. s. w., so wie nach starker Bewegung in trockner, warmer Luft nimmt das Bedürfniß des Getränks zu. Das Kameel verdankt seine Eigenschaft, lange ohne Wasser auszuhalten, wohl nur dem Umstande, daß es weniger ausdünstet und dagegen Speichel und

Magensaft im Pansen reichlicher secernirt. In feuchter Luft ist weniger Getränk nöthig, weshalb denn auf den Antillen die Thiere wenig saufen sollen; theils von der unmittelbaren Einwirkung der Atmosphäre, theils von der Beschaffenheit der Nahrung rührt es her, wenn Menschen und Vieh in feuchten Gegenden einen breitern und plumpern, auf trocknen Anhöhen hingegen einen schlankern Bau haben. Dabei macht wieder der höhere oder niedere Grad des Einsaugungsvermögens an der äußern Oberfläche einen Unterschied, wie denn z. B. Zwiebeln und Knollen schon in mäßig feuchter Luft keimen und das Epidendron flos aeris gar keines feuchten Bodens bedarf. B) Das Kochsalz ist mit wenigen Ausnahmen (Nr. 95. VI. p. 218 sq.) ein Bedürfniß für den Menschen, indem es theils durch Reizung die Verdauung befördert, theils als ein Bestandtheil des Bluts aufgenommen wird: bei Bewohnern der Küsten und bei Personen, die viel Salz genießen, soll der Schweiß salziger als gewöhnlich sein (Nr. 566. III. p. 50). Unter den Thieren sind es besonders die Wiederkäuer, welche des Salzes bedürfen (Nr. 100. IV. S. 305 fg.); vorzüglich scheint dies in den heißen Gegenden von Südamerica Bedürfniß zu sein, wo auch der Boden häufig verschiedene Salze auswittert: so lecken in Brasilien nicht nur Rinder und Pferde mit Begierde den im Boden erzeugten Salpeter (Nr. 444. II. S. 527), sondern auch die Vögel sammeln sich aus der ganzen Gegend, wo nach der Regenzeit ein Salz ausgewittert ist, um dasselbe zu lecken (ebd. I. S. 261). C) Es ist eine Eigenthümlichkeit von mehrern Körner fressenden Vögeln, daß sie S t e i n e verschlucken. S p a l l a n z a n i (Nr. 639. S. 18. 23 fg.) hält dies nur für zufällig, weil Tauben, die er, wie sie aus dem Eie gekommen, erzogen hatte, ohne ihnen Steine zu geben, eben so gut verdauten, auch ihr Magen eben so wie sonst, ohne sich zu verletzen, Glas u. s. w. zerdrückte. Indeß bemerkt er selbst, daß man bei den verschiedenen Hühnerarten für immer Steine im Magen antrifft, und daß sogar die Alten ihren Jungen im Neste welche zutragen. Auch nehmen die englischen Indienfahrer welche für ihre Hühner unterwegs mit, weil diese sonst abmagern (Nr. 158. S. 43). Es ist daher wahrscheinlich, daß die Steinchen

B.

C.

hier die Stelle von Magenzähnen vertreten und zugleich einen mechanischen Reiz für den Muskelmagen abgeben. Man hat aber auch häufig Sand in den Verdauungsorganen von andern Thieren gefunden, z. B. von Holothurie, Pyrosoma, Limax, Helix, Julus, Chirocephalus, Krokodil, Raubvögeln, Seehund, Wolf, Elephant (Nr. 95. VI. p. 268), Schuppenthier, Schnabelthier (Nr. 100. IV. S. 285), wo die Deutung schwieriger ist. D) Man nimmt gemeiniglich an, daß Erde den Pflanzen als wirkliches Nahrungsmittel dient, bei Thieren aber, die welche verzehren, bloß eine mechanische Wirkung durch Anfüllung der Verdauungsorgane hat. Es ist aber sehr die Frage, ob nicht auch hier ein bloß relativer Unterschied zwischen beiden organischen Reichen Statt findet. Vor der Hand bemerken wir nur, daß manche wirbellose Thiere Erde zu ihrer Ernährung zu verzehren scheinen. Pallas fand im Darme von Lumbricus echiurus nie etwas anderes als feinen Sand, und vermuthet, daß auch manche andere Seewürmer von fetter Erde sich nähren; und Bonnet bemerkte, daß bei Regenwürmern, welche Erde verzehrt hatten, die Wiedererzeugung verloren gegangener Theile früher vor sich ging, als bei denen, die bloß in Wasser ihre Nahrung fanden (Nr. 100. IV. S. 284). Nach Gaspard (Nr. 216. II. p. 336) dient die Erde, welche die Schnecken von Zeit zu Zeit fressen, als Material zur Bildung ihres Gehäuses. Die Larve vom Uferaas frißt nach Swammerdam (Nr. 150. S. 102. 106) nichts als Thon, und nimmt auch eine verschiedene Farbe an, je nachdem der Thon gefärbt ist; eben so nähren sich die Larven der Schnaken nach Reaumur bloß von Erde. — Wirbelthiere, z. B. Schlangen, Eidechsen, Jaguare (Nr. 444. II. S. 527), Wölfe und Eber (Nr. 95. VI. p. 214) können durch die Noth gezwungen sein, wenn sie bisweilen Erde fressen, wie denn Mäuse in solchem Falle auch Blei und Zinn zernagen; indeß soll der Bobak nie saufen, sondern nur die vom Regen angefeuchtete Erde verzehren (Nr. 100. IV. S. 305). — Ein sonderbares Gelüste oder auch ein heilsamer Instinct bestimmt zuweilen einzelne Menschen, Kalk oder andere Erde zu essen; so z. B. aß eine Frau dreißig Jahre lang in jedem Herbste wöchentlich drei Pfund schwarzen Mergel-

schiefer, und fand sich dadurch erleichtert (Nr. 191. 1809. I. Bd. 3. St. S. 104). Aber es giebt auch ganze Völkerschaften und zwar in allen Welttheilen und Zonen, bei welchen der Genuß von Erde allgemeiner, entweder durch Mangel an eigentlichen Nahrungsmitteln geboten, oder eine besondere Liebhaberei ist, und bald als zuträglich, bald als schädlich sich erweist; Beispiele hiervon sind schon mehrfach gesammelt worden (Nr. 188. VIII. S. 515 fg. Nr. 199. XVI. p. 185 sqq. Nr. 197. XXV. S. 463 fgg. Nr. 804. V. S. 248). In Südamerica finden, wie bereits Gumilla berichtete (Nr. 95. VI. p. 214) und Humboldt bestätigte, die Otomaken während der Regenzeit, wo die Anschwellung des Oronoko sie am Schildkrötenfange hindert, ihr Hauptnahrungsmittel in einem eisenhaltigen fetten Letten, den sie ohne irgend einen Zusatz bis zu anderthalb Pfund täglich verzehren und für eine gute Nahrung halten, da sie dadurch gesättigt werden und sich dabei sehr wohl befinden. Die Indianer am Amazonenstrome essen nach Spix und Martius (Nr. 444. II. S. 527) oft Letten, selbst wenn es nicht an anderer Nahrung fehlt; die Peruanerinnen genießen nach Molina zuweilen eine wohlriechende Thonerde, und in Bolivia wird auf den Märkten eine eßbare Thonerde feil geboten, welcher nach Ehrenbergs Untersuchung Talk und Glimmer beigemengt ist; die Bewohner von Guiana mischen nach Gili ihrem Brode einen wohlriechenden Thon bei, und die Neger in Jamaika nähren sich nach Mason im Mangel anderer Nahrung von Erde. Die Neukaledonier stillen nach Labillardière in der Noth den Hunger mit einem weichen, zerreiblichen Speckstein, der nach Vauquelin aus Talk, Kiesel und Eisenoxyd mit etwas Kalk und Kupfer besteht. Auf Java wird nach Labillardière ein eisenhaltiger Thon, zu Kuchen gebacken und geröstet, von den Männern, wenn sie mager werden wollen und von den Frauen vornehmlich während der Schwangerschaft gegessen; in Siam essen Weiber und Kinder nach Chandler Speckstein, und in der Umgegend von Seringpatnam wird eine Art Thon gespeist. Die Neger in Guinea essen nach Forster mit ihrem Reis häufig eine feine seifenartige Erde ohne Nachtheil; kommen sie nach

Westindien, so suchen sie eine ähnliche Erde, die ihnen aber sehr übel bekommt, wie auch nach Hunters Angabe der Genuß von weißem Pfeifenthone manchem Neger das Leben kostet. In Sibirien wird hin und wieder nach Georgi Steinbutter, und auf Kamtschatka nach Pallas ein aus Eisenoxyd und Thonerde bestehender Mergel genossen; mit einer ähnlichen Erde fristeten nach Chamisso drei Menschen auf der Insel Matwey im Norden der Aleuten ihr Leben. In Schweden und Finnland wird nach Genberg und Rhezius eine thonhaltige Erde bisweilen als Zusatz zum Mehle gebraucht. Das in Spanien als Gewürz gebräuchliche Piment enthält nach Bory de St. Vincent rothen Ocker. Endlich streichen die Steinhauer am Kiffhäuser Steinmark statt Butter aufs Brod, und Keßler, der dies berichtet (Nr. 584. XXVIII. S. 492), fühlte sich selbst, als er davon versuchte, sehr gesättigt.

Die Verdauung.

§. 938. Die Nahrungsmittel werden schon auf der ersten Station ihres Durchganges durch den Körper in der Mundhöhle mehr oder weniger verändert, je nachdem sie längere oder kürzere Zeit darin verweilen. Außerdem, daß sie die Temperatur des Körpers annehmen und zum Theil eine mechanische Veränderung erfahren, tritt Mundfeuchtigkeit zu ihnen. Außer der in den Schleimbälgen der Mundwand und in den Speicheldrüsen secernirten wird auch einige Feuchtigkeit aus der Nasenhöhle zugeführt, die zum Theil in deren Schleimhaut, zum Theil aber auch in den Thränendrüsen secernirt ist. Die Nasenfeuchtigkeit kann theils durch die hintern Nasenöffnungen in den Rachen und zunächst an das Gaumensegel, theils durch die Nasengaumencanäle in den vordersten Theil der Mundhöhle, namentlich an das Gaumengewölbe kommen. A) Die Feuchtigkeit hat zunächst eine mechanische Wirkung. Indem sie die Speisewege schlüpfrig macht, erleichtert sie das Schlingen und überhaupt die Bewegungen der Zunge, da diese bei trocknem Munde am Gaumen klebt, so daß auch das Sprechen und Singen schwieriger wird. Sie bedingt ferner die Geschmacks-

empfindung durch Anfeuchtung sowohl der Zunge, als auch der Speise. Bei einigen Thieren, als Spechten, Ameisenbären u. s. w. giebt sie einen klebrigen Überzug der Zunge, so daß diese als eine Art Leimruthe zum Fangen von Insecten dient. Die am Boden der Mundhöhle neben dem Zungenbändchen ihren Speichel ergießenden Kiefer- und Zungendrüsen scheinen vorzüglich zu Anfeuchtung der Wandungen bestimmt zu sein; denn bei den Fleischfressern, die ihre Nahrung ungekaut verschlingen, sind sie stärker entwickelt als die Ohrendrüsen. B) Daß die Mundfeuchtigkeit zur Verdauung dient, läßt sich a) schon aus zootomischen Gründen abnehmen. Im Ganzen nämlich sind die Speicheldrüsen bei Thieren, welche trockne oder schwer assimilirbare, vegetabilische Nahrung zu sich nehmen, größer und thätiger, als bei denen mit entgegengesetzten Verhältnissen. So fehlen die Speichelgefäße bei den meisten fleischfressenden, besonders aber den parasitischen Insecten. Bei den Fischen fehlen die Speicheldrüsen, oder sind nur rudimentär, und zeigen sich bloß da, wo das Pankreas fehlt. Unter den Amphibien sind sie bei Batrachiern und Schildkröten am wenigsten entwickelt, unter den Vögeln bei den fleischfressenden Wasser- und Sumpfvögeln. Sie fehlen bei den fleischfressenden Cetaceen, sind bei den Amphibiensäugthieren klein, dagegen bei Nagern, Dickhäutern, Einhufern und Wiederkäuern besonders stark entwickelt. Bei Pferden sahen Hertwig und Schultz aus einer Parotis binnen 24 Stunden über 55 Unzen Speichel ausfließen; nach Gurlt (Nr. 780. S. 86) gaben beide Ohrendrüsen in sechs Stunden 38 Unzen, späterhin binnen drei Viertelstunden die eine Ohrdrüse 18, die Kieferdrüsen gegen 5 Unzen. Bei den Wiederkäuern scheint auch ein stärkerer Zufluß von Nasenfeuchtigkeit Statt zu finden, da ihre Nasengaumencanäle stark entwickelt, mit vielen Nerven und einer knorpligen Scheide versehen sind. b) Wie der Speichel bei Lähmung der Backenmuskeln fortdauernd ausfließt, so wird er im Normalzustande fortdauernd verschluckt und in den Magen gebracht. Seine Secretion nimmt aber während des Essens (§. 846. D) und selbst schon bei reger Eßlust zu (§. 847. q). Bei einem Menschen, dem der Stenonische Gang durchschnitten war, sah Helvetius (Nr. 173.

B.

a.

b.

1720) beim Essen so viel Speichel ausfließen, daß mehrere Taschentücher durchnäßt wurden. Je trockner und fester die Speise ist, um so reichlicher wird der Speichel abgesondert (§. 842. c). **Helm** (Nr. 757. S. 37) fand die Qantität, welche er während einer Mahlzeit absonderte, in folgenden Proportionen: bei der Nudelsuppe 16, bei Rindfleisch mit Sauerkohl 200, bei Lammsbraten 233, bei Kalbfleisch 379, bei Brod und Salami 500. Bei einem Pferde, welchem **Girard**, nachdem es lange nicht gefüttert worden war, beide Stenonischen Gänge öffnete, flossen, während es ein halbes Pfund Heu fraß, über 21 Pfund Speichel ab; bei einem andern hingegen sah **Hering**, während es zwei Pfund Hafer kaute, aus einer Parotis nur 10 Unzen fließen (Nr. 780. S. 85). Auch zeigte sich ein Consensus der Speicheldrüsen mit dem Lebenszustande des Magens und mit der Eßlust bei einem Manne, der sich die Speiseröhre durchschnitten hatte, indem, wenn ihm Fleischbrühe in den Magen gesprützt worden war, 6 bis 8 Unzen Speichel zuflossen (Nr. 689. p. 110).

c. c) Bei zu starkem Verluste von Speichel entstehen Verdauungsbeschwerden, auch dann, wenn die Secretion desselben nicht übermäßig war: so sah **Ruysch** nach Beseitigung eines Fehlers der Unterlippe, wegen dessen der Speichel anhaltend ausgeflossen war, auch die bisher spärlich gewesene Ernährung zunehmen. **Reaumur** (Nr. 173. 1752. p. 492) und **Spallanzani** (Nr. 639. S. 136 fgg. 145) machten die Erfahrung, daß Schafe und Rinder zerschnittenes, ihnen in Röhren beigebrachtes Futter nur dann verdauten, wenn es gekaut, also eingespeichelt war. **Schultz** (Nr. 691. p. 99. 104) fand bei Wiederkäuern, wenn sie mit Heu oder Stroh gefüttert waren, im Pansen Speichel, der sich als solchen durch seine alkalische Reaction zu erkennen gab, und wegen der größern Schwerverdaulichkeit des Futters reichlicher secernirt war. Indeß schlug **Schultz** die Wirksamkeit des Speichels zu hoch an, indem er ihm einen größern Antheil an der Verdauung zuschrieb, als dem Magensafte: denn wenn **Helm** (a. a. O. S. 15) ungekaute Nahrung durch die Magenfistel einbrachte, so wurde sie gleichwohl gut verdaut. Und wollte man dies von dem früher verschluckten Speichel ableiten, so würden

die vielfältigen Erfahrungen Beaumonts dagegen sprechen, nach welchen nie eine tropfbare Flüssigkeit im Magen sich vorfindet, wenn nicht die Secretion daselbst durch Nahrungsmittel oder andere Reize angeregt ist (Nr. 712. S. 66. 92 — 96), und nach denen der Magensaft auf gleiche Weise sauer reagirte, die Nahrung mochte durch den Mund aufgenommen oder durch die Magenfistel eingeführt sein (ebd. S. 41). So wird auch nach Sebastian Faserstoff, Eiweißstoff und Eigelb in künstlich bereitetem Magensafte gleich gut aufgelöst mit oder ohne Zusatz von Speichel (Nr. 754. p. 54). Nicht minder einseitig aber würde es sein, daraus schließen zu wollen, daß der Speichel zur Verdauung gar nichts beitrage. C) Über seine Wirkungen weiß man, daß er d) Luft stark einsaugt, so daß er, wenn er eine Zeit lang frei gestanden hat, hernach beim Umrühren stark schäumt; zugleich vermehrt er in verschiedenen Körpern die Anziehungskraft zum Sauerstoffe, so daß nicht bloß Quecksilber, Kupfer und Eisen, sondern selbst Silber= und Goldblätter, mit ihm anhaltend gerieben, an der Luft sich oxydiren. e) Vermöge seines Gehaltes an freiem Laugensalze, so wie des ihm beigemengten Schleims, macht er das Fett mit Wasser mischbar, so daß etwas Butter, die man lange Zeit im Munde gehalten hat, in Form einer Emulsion erscheint. f) Er befördert ferner die Gährung mehliger Stoffe, weshalb man ihn in China beim Brodbacken und in Indien bei Bereitung geistiger Getränke zu Hülfe nehmen soll. Leuchs hat entdeckt, daß Stärkemehl, zu Kleister gekocht, mit frischem Speichel erwärmt, binnen einigen Stunden dünnflüssig und in Zucker verwandelt wird (Nr. 240. XXII. S. 106). Auch die Fäulniß begünstigt der Speichel: zerriebener Hafer, mit welchem digerirt, hatte nach 24 Stunden einen fauligen Geruch, während der auf gleiche Weise mit Wasser behandelte sauer roch (Nr. 643. I. S. 23); Magensaft, der sonst der Fäulniß ausnehmend lange widersteht, war, mit Speichel gemischt, nach wenigen Tagen stinkend (Nr. 712. S. 56). Indeß will Krimer (Nr. 511. S. 17) faulendes Rindfleisch in einer durchlöcherten silbernen Capsel, die er einem Hunde zwischen den Backen und Zähnen befestigt hatte, nach drei Stunden ohne fauligen Geruch

C.

d.

e.

f.

und an der Oberfläche wieder fest und weißröthlich gefunden haben, während es im Innern noch weich, grün und stinkend war; wiederholte Versuche müssen entscheiden, ob die Einwirkung der lebendigen Wandung hier einen Unterschied bewirkt. g) Krimer fand ferner, daß Fleisch auf die angegebene Weise im Maule eines Hundes befestigt oder in seinem eignen Munde nach sechs Stunden an der Oberfläche blaß, aufgelockert, aber nicht aufgelöst, vielmehr durch Einsaugung von Mundfeuchtigkeit um 1/5 oder 1/4 schwerer geworden war. Setzte dagegen Beaumont (Nr. 712. S. 176) Essig oder Salzsäure zum Speichel, so wurden von 40 Gran darein gelegten Rüben 28 Gran zu einer beinahe wie Speisebrei aussehenden Flüssigkeit aufgelöst. Endlich will Krimer (a. a. O. S. 23 fg.) mit Thränenfeuchtigkeit, die freilich nur einen sehr geringen Antheil an der Mundfeuchtigkeit hat, eine Art künstlicher Verdauung bewerkstelligt haben; durch Ammoniumdunst hatte er die Secretion dieser Feuchtigkeit verstärkt, und so von drei Personen eine Drachme gesammelt: von 8 Gran darein gelegtem Rindfleische war nach sechs Stunden eine dünne Schicht der Oberfläche aufgelöst, wobei die Flüssigkeit ihre frühere alkalische Reaction verloren hatte und beim Zusatze von Weingeist einen schmuzig röthlichen Bodensatz fallen ließ; Gerstengraupen waren darin aufgequollen und an der Oberfläche durchscheinend geworden. D) Was die Art betrifft, wie der Speichel bei der Verdauung mitwirkt, so ist es h) zuvörderst klar, daß er durch sein Wasser, vom Salzgehalte unterstützt, gekaute Speisen breiartig macht, breiartige Nahrungsmittel verdünnt und lösliche Bestandtheile, als Zucker, Gummi, Gallert, verflüssigt, worauf wir es denn beziehen können, daß er bei den Säugethieren mehr Wasser enthält als bei den Vögeln, da diese nicht kauen. Indeß kann dies nur eine Nebenwirkung des Speichels sein, da er auch bei Insecten, die bloß Flüssigkeit saugen, so wie bei mehreren im Wasser lebenden Thieren, namentlich unter den Mollusken, nicht fehlt. i) Über die laugensalzige Beschaffenheit des Speichels (§. 822. c. 851. E) sind noch neuerdings Beobachtungen angestellt worden. Arnold (Nr. 784. S. 32) fand ihn, indem er ein mit Heidelbeertinctur gefärbtes Blättchen an die Mündung

eines Speichelganges legte, immer alkalisch, und Donné (Nr. 423. 2. Serie. VIII. p. 58 sq.) fand ihn bei gesunden Menschen mit guter Eßlust und Verdauung ebenfalls niemahls anders. Dagegen geben Purkinje und Pappenheim (Nr. 681. 1838. S. 5) an, er zeige im natürlichen Zustande meist eine saure Reaction, und nach Sebastians (Nr. 754. p. 18) Beobachtungen wechselt er oft seine Reaction, ohne daß irgend eine Veränderung im Gesundheitszustande zu bemerken wäre. Indessen hat derselbe Beobachter, so wie van Setten (ebd. p. 33) es bestätigt, daß er während des Essens immer alkalisch wird (§. 851. e). Letzterer (ebd. p. 31) fand ihn unter 50 Fällen im nüchternen Zustande in 24 alkalisch, in 17 sauer, in 9 neutral; nach dem Essen in 25 sauer, in 15 alkalisch, in 10 neutral; das während der Mahlzeit vermehrte oder erst erschienene Laugensalz war nach derselben immer vermindert oder verschwunden. Somit scheint es denn allerdings nicht bedeutungslos für die Verdauung zu sein; es fragt sich nur, auf welche Weise es wirkt. Nach Donné (a. a. O. p. 64) soll es außer der Essenszeit die Säure des Magensaftes neutralisiren, und Eberle (Nr. 713. S. 151) vermuthet Ähnliches, weil er nach dem Auswerfen von vielem Speichel zum Behufe seiner Versuche Durst, Widerwillen gegen Nahrung und eine dem Sodbrennen ähnliche Empfindung in der Gegend des Magenmundes bekam, welche Zufälle durch den Genuß von sauren Sachen stärker, durch Wasser oder Nahrungsmittel aber gehoben wurden. Indeß ist auf diese Wirkung wohl nicht viel zu geben, da der Speichel im nüchternen Zustande öfter sauer oder neutral als alkalisch gefunden wird. — Wie Krimer der Thränenfeuchtigkeit, so schreiben Eberle (a. a. O. S. 148) und Trüttenbacher (Nr. 761. S. 18) dem Speichel die Kraft Nahrungsmittel zu zersetzen, vermöge des Gehaltes an Laugensalz zu; da dies aber nur 1/1000 oder gar nur 1/5000 beträgt (§. 823. h), so kann es für sich allein wohl kaum von irgend bedeutender Wirkung sein, auch abgesehen davon, daß es diese nur während des Kauens und Schlingens entwickeln kann, indem es im Magen durch dessen Säure bald neutralisirt wird. Eher dürfen wir vermuthen, daß es die Neigung der Speisen, sich mit

der Säure des Magensafts zu verbinden erhöht, diesen also wirksamer macht. k) Nach Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. I. S. 290) wirkt der Speichelstoff des Speichels assimilirend; nach Eberle (a. a. O.) scheint sein Schleim vermöge des Stickstoffgehaltes umändernd auf die Nahrungsmittel zu wirken, sein Osmazom aber der in diesen enthaltenen Säuren und Salze, so wie der Speichelstoff ihrer alkalischen Bestandtheile sich zu bemächtigen, und der Speichel überhaupt kraft seiner stickstoffigen Bestandtheile, namentlich auch der Schwefelblausäure, den Speisen einen Grad von Animalisation zu ertheilen. Indessen dürfte durch diese Meinungen wohl keine befriedigende Ansicht von seiner chemischen Wirksamkeit gegeben sein. l) Die bestimmteste chemische Thatsache ist sein Vermögen, Stärkemehl in Zucker umzuwandeln, und die Erörterung derselben hat uns einen Fingerzeig über seine Wirkungsart überhaupt gegeben. Leuchs (a. a. O. S. 107) fand nämlich, daß Eiweiß oder ausgeschiedener Speichelstoff jene Wirkung auf das Stärkemehl nicht hervorbrachte. Nach Sebastian (a. a. O. p. 51) verliert das Stärkemehl, mit Speichel digerirt, seine Eigenschaft Jod blau zu färben; wie wenn es mit einem Laugensalze behandelt worden ist; in letzterem Falle wird diese Eigenschaft durch einen Zusatz von Säure wieder hergestellt, in ersterem Falle aber nicht, wie es denn auch bei Digestion mit Speichel nicht alkalisch reagirt. Also nicht ein einzelner Bestandtheil, als Laugensalz oder Speichelstoff, sondern nur der ganze, ungetheilte Speichel wirkt umwandelnd auf das Stärkemehl, und Gleiches mag wohl von seiner Wirkung auf die Nahrungsmittel überhaupt gelten. Er lockert ihre Substanz auf oder macht sie flüssiger und gleichförmiger, und erhöht ihre Oxydirbarkeit, ihre Neigung in Gährung überzugehen, so wie vom Magensafte gesäuert zu werden, überhaupt ihre Zersetzbarkeit; oder leitet eine solche Zersetzung ein, so daß sie mehr oder weniger von dem Charakter verlieren, den sie als Bestandtheile eines lebenden organischen Körpers gehabt haben. Diese Eigenschaft, den organischen Charakter der Materie anzugreifen, ist hin und wieder bis zu einer verletzenden Schärfe oder tödenden Giftigkeit gesteigert. Die Giftorgane nämlich, welche bei einigen Insecten, Arachniden und

Ophidiern am Anfange der Verdauungsorgane liegen, gehören offenbar diesen an: die durch Einwirkung ihres Secretionsproductes erfolgende Vergiftung der zu verzehrenden Thiere ist eine Vorbereitung derselben zum Verdautwerden, oder eine schon außerhalb der Verdauungsorgane beginnende Verdauung. Wie denn z. B. der Stich von blutsaugenden Insecten durch den scharfen Speichel schmerzhaft wird (Nr. 781. I. S. 388), so haben wir auch Grund, die Giftdrüsen der Schlangen, deren Ausführungsgänge durch die Vorderzähne gehen, und so das Gift unmittelbar in die Bißwunde leiten, für eine Modification der Speicheldrüsen zu halten; daß, wie Müller (Nr. 673. I. S. 491) bemerkt, außer ihnen noch gewöhnliche Speicheldrüsen vorhanden sind, widerlegt jene Ansicht keineswegs. Nur ist diese zu stark ausgedrückt, wenn man den Speichel überhaupt als vergiftend oder das Leben tilgend bezeichnet. E) Die Mundfeuchtigkeit vermag noch keine solche Umwandlung in den Nahrungsmitteln hervorzubringen, daß ein zum Ersatze der verlornen Blutstoffe geeignetes Product dadurch gewonnen und eingesogen würde. Substanzen, die keine weitere Verarbeitung und Aneignung erfahren, werden in der Mundhöhle allerdings leichter, jedoch wohl nicht anders als an der Haut, eingesogen. Quecksilber, Tabaksöl und andere Gifte wirken hier ungemein schnell; nimmt man öfters Wasser in den Mund, so wird der Durst gestillt; Wein, im Munde gehalten, kann erquicken und selbst berauschen; Menschen, die wegen einer Abnormität der Speiseröhre nichts verschlucken können, werden dadurch etwas länger am Leben erhalten, daß sie öfters Nahrungsmittel in den Mund nehmen, verhungern aber dabei doch. E.

§. 939. Über die Magenverdauung A) werden wir näher belehrt a) durch Untersuchung des Mageninhalts von Thieren, die während oder nach der Verdauung getödet worden sind; die Leichenöffnung von Menschen, die zu solcher Zeit plötzlich verstorben sind, dürfte kaum jemahls unter Umständen angestellt werden können, bei welchen eine bedeutende Belehrung zu erwarten wäre. b) Die genoßnen Speisen durch absichtlich erregtes Erbrechen von sich zu geben, wie z. B. Montegre that, führt nicht zu sichern Resultaten, da das Erbrechen die Absonderung des Speichels un- A. a. b.

gemein verstärkt, so daß der Mageninhalt nicht rein gewonnen wird, und da Letzterer auch schon durch die widernatürliche Reizung des Magens umgeändert sein kann. c) Die Nahrungsmittel können in Röhren oder Beutelchen verschluckt, und nachdem diese wieder aus dem Magen gezogen oder durch Erbrechen entfernt sind, oder ihren Weg sammt dem Kothe durch den Darm genommen haben, untersucht werden. Versuche der erstern Art sind besonders von Reaumur und Spallanzani an Thieren vorgenommen worden; Beobachtungen der letztern Art haben Spallanzani und Helm an sich selbst angestellt. d) Am lehrreichsten ist die Beobachtung von Fällen, wo bei Menschen in Folge von Verwundung oder Vereiterung die Wand des Bauchs und des Verdauungscanals durchbrochen und auf diese Weise ein Fistelgang geblieben ist. Solche Fälle sind nicht besonders selten: Cornax berichtet von einem Manne, der seit mehreren Jahren in Folge einer Verwundung der Herzgrube eine Magenfistel hatte, durch welche er die Speisen nach Belieben herausnahm (Nr. 798. p. 348); Covillard (Nr. 799. p. 282) sah eine ähnliche, nach einem Flintenschusse seit mehreren Jahren bestandene Fistel, und Thomassin (ebd.) erwähnt zwei andere Beobachtungen der Art von Foubert und Menzel; Attinson beobachtete und heilte eine durch Eiterung des Magens entstandene Öffnung (Nr. 172. XXXII. p. 80), und van Swieten (Nr. 800. IV. §. 955) sah eine 60jährige Frau, die eine solche Fistel seit zwölf Jahren hatte, so wie Burrowes eine ähnliche bei einem alten Manne untersuchte, die vor 27 Jahren in Folge eines Stichs entstanden war (Nr. 797. V. p. 185); Crook heilte die vor fünf Monaten nach einer Magenentzündung entstandene Fistel bei einer Frau (Nr. 196. XLII. S. 11); andere Fälle der Art hat Gerard gesammelt (Nr. 420. XXI. S. 311—314). Vor diesen in physiologischer Hinsicht oberflächlichen Beobachtungen zeichnete sich die von Circaud und Hallé angestellte einigermaaßen aus, nämlich an Frau Goré, die in ihrem 20sten Jahre mit der Magengegend auf einen Stein gefallen war, im 38sten Jahre eine nachmahls bei einem Erbrechen berstende Geschwulst daselbst bekommen hatte, und im 46sten Jahre von

Circaud beobachtet wurde; die Öffnung war 6 Linien lang und 4 Linien breit. Helm (Nr. 757) aber beobachtete fünf Jahre lang die 2 Zoll im Durchmesser haltende Fistel, die bei einer 50jährigen Frau durch Aufbruch einer Eitergeschwulst entstanden war. Beaumont (Nr. 712) stellte Jahre lang Beobachtungen an einem Menschen Namens St. Martin an, bei welchem ein Flintenschuß mit Schrot von hinten nach vorne durch den Magen und den untern Theil der Brusthöhle gegangen war; einige Tage nach der Verwundung hatten sich die zerstörten Theile der äußern Bedeckungen, des vorgefallnen Lungenlappens und des Magens, abgelöst, und nach 4 Wochen war die Heilung beendigt, indem die Ränder der Magenwunde an dem Brustfelle und an der Haut angewachsen waren, und somit eine Fistel mit einer Zoll großen Öffnung sich gebildet hatte (Nr. 197. X. S. 260). Noch häufiger sind Darmfisteln, welche einen widernatürlichen After bilden, aber vornehmlich nur von Lallemand (Nr. 167. p. 71 sqq.) zu physiologischen Beobachtungen benutzt worden. Weniger belehrend können die Fälle sein, wo ein unterer Theil des Darmcanals den widernatürlichen After bildet, dergleichen z. B. Weese an einer Frau beobachtete, die ein 14 und ein 10 Zoll langes Stück Grimmdarm mit einem die Ausleerung ausschließlich bewirkenden widernatürlichen After seit 15 Jahren außerhalb ihres Unterleibes trägt, indem damahls nach Berstung ihres Fruchthälters der Embryo sich einen Weg durch die Nabelgegend gebahnt hatte, und dabei Därme vorgefallen waren (Nr. 229. XIX. S. 195). — Erst nachdem auf diese Weise die Grundlage zur Kenntniß der Verdauung gewonnen ist, können anderweitige Hülfsmittel (§. 949. C. D.) benutzt werden. B) Wie B. schon bei den Polypen (Nr. 136. S. 163), so wird bei allen Thieren die genoßne feste Nahrung in eine breiartige Masse, den Speisebrei (Chymus), verwandelt. Dieser ist, namentlich bei den Mammalien, meistentheils graulich, zuweilen bräunlich oder grünlich, schmeckt und riecht fade und ekelhaft, zuweilen deutlich sauer, zeigt gegen Reagentien freie Säure, und läßt, wenn seine Bildung beendigt ist, die genoßnen Nahrungsmittel dem Auge nicht mehr erkennen; unter dem Mikroskope sieht man Kügelchen darin.

e. e) Er bildet sich, indem die Speisen überhaupt erst feucht, dann schwammig, weich und aufgeschwemmt werden, bis sie endlich ihre Form verlieren und zu einem gleichartigen Brei werden, wobei auch ihre natürliche Farbe meist verloren geht, und das Grün der Vegetabilien, wie das Roth des Fleisches mehr oder weniger graulich wird. Wenn der Speiseballen nicht aus ganz lockerer, weicher Masse besteht, so findet man seine Oberfläche bereits umgewandelt, während die innere Masse noch unverändert ist. So fand es z. B. Ollivier (Nr. 759. p. 82) bei einem Menschen, der nach einer übermäßigen Mahlzeit plötzlich gestorben war. Schultz (Nr. 243. 1826. S. 510) leitet dies davon her, daß durch die von Wilson angegebene Bewegung (§. 931. l) das Verdaute von innen nach außen gedrängt werde. Allein an ungekauten festen Substanzen wird es offenbar, daß die Verdauung schichtweise vor sich geht; so war z. B. ein Stück Kuhlunge, welches ein Reiher verschlungen hatte, an der Oberfläche aufgelöst, während es im Innern noch ganz unversehrt war (Nr. 639. S. 99); eine Knochenkugel, $4^1/_2$ Linien im Durchmesser, hatte nach 35 Tagen nur $1^1/_3$ Linie, war dabei vollkommen rund geblieben, und täglich mit einer oberflächlichen Schicht aufgelöster Substanz bedeckt gewesen (ebd. S. 166).

f. f) Vom Fleische wird zuerst das Zellgewebe aufgelöst, so daß die Fasern von einander getrennt werden; dann bekommen diese ein geknicktes, zernagtes Aussehen, und zerfallen endlich in einen mehr oder weniger braunen, dünnen Brei. Faules Fleisch verliert erst seinen faulen Geruch und wird fester, ehe es sich auflöst.

g. g) Frisches Eiweiß gerinnt erst in Flocken, und wird dann in eine milchige Feuchtigkeit verwandelt; hart gekochtes wird zuerst weich und durchscheinend, als ob es von einem Laugensalze angegriffen wäre. Eben so verwandelt sich der Faserstoff in eine aufgequollene, weiche, durchscheinende Masse ohne organisches Gefüge.

h. h) Sehnige Theile geben einen gallertartigen Brei. Lederhaut wird nur an ihrer innern Fläche aufgelöst; Raubvögel verdauten aber auch ungegerbtes Rindsleder und gegerbtes Schafleder (Nr. 639. S. 169). Knochen werden von fleischfressenden Thieren verdaut: so von Fischen und Amphibien (Nr. 95. VI. p. 312 sqq.), z. B. von Fröschen (Nr. 639.

S. 107); ferner von Reihern (ebd. S. 94) und von Raubvögeln (Nr. 173. 1752. p. 473 sq. Nr. 639. S. 94. 153. 163), wie denn z. B. bei einem Adler eine aus festen Rindsknochen gedrehte Kugel, die, da sie täglich weggebrochen wurde, jedesmahl an ihrer Oberfläche erweicht und nach 25 Tagen völlig verdaut war (ebd. S. 188). Hunde verdauten ebenfalls Knochen (ebd. S. 212. Nr. 173. 1752. p. 488); von einem dicken Knochen waren binnen $6\frac{1}{2}$ Stunden 0,3 verdaut und ein Stück Schulterblatt war binnen 8 Stunden völlig verdaut (Nr. 185. IV. S. 140); die organischen Bestandtheile werden ausgezogen, und die erdigen geben als Pulver, zum Theil als Splitter, dem Kothe die beim Trocknen erscheinende weiße Farbe (Graecum album). Bei dem Menschen ist die Verdauungskraft für Knochen geringer (Nr. 95. VI. p. 314), ohne gänzlich zu mangeln: eine Dominomarke, die ein Mädchen verschluckt und nach drei Tagen ausgeleert hatte, war nach Coopers (Nr. 185. IV. S. 140) Beobachtung an ihrer Oberfläche rauh geworden und wog nur 34 Gran, während die übrigen 56 Gran hatten. i) Die Milch gerinnt, oder scheidet sich in Molken und Käse, und dieser wird hiernach wieder aufgelöst. k) Magendie (Nr. 247. II. p. 126) behauptet, das Wasser werde im Magen trübe, und lasse, während es größtentheils in den Darm übergehe oder eingesogen werde, einen Schleim zurück, der dann gleich einer Speise in Chymus verwandelt werde; und so sollen nicht allein andere Getränke, sondern auch die Magensäfte selbst verwandelt werden, da man eine Art Speisebrei nach einem im nüchternen Zustande plötzlich erfolgten Tode in der Pförtnergegend, und bei Thieren, die einen oder zwei Tage lang nicht gefüttert worden, im Dünndarme, dagegen bloßen Schleim im Mundtheile des Magens finde (ebd. p. 14). l) Epidermatische Theile sind entweder gar nicht oder nur hin und wieder und schwer zu verdauen. Beim Menschen gehen die Hülsen von Trauben und andern Beeren, so wie von Erbsen, Linsen u. s. w. unverändert ab: Helm (Nr. 757. S. 22 fg.) sah, daß von Äpfeln die Schale unverdaut blieb, und durch die Fistel in den Magen gebrachte ganze Rosinen oder gebackne Pflaumen unversehrt mit dem Stuhle abgingen. Der Pferdekoth zeigt gewöhn-

i.

k.

l.

lich die Spelzen vom Hafer; bei Hunden fand Cooper (Nr. 185. IV. S. 138) die Schale der Kartoffel unverändert, während die darunter liegende Schicht des Innern aufgelöst war. Fische scheinen die Schuppen von andern Fischen zu verdauen; aber Haare, Hörner und Nägel widerstehen der Verdauung wohl überall: ein Falke verdaute die Wurzel von Zähnen, aber nicht den Schmelz, wie auch nicht Horn und das hornartige Epithelium aus dem Muskelmagen von Vögeln (Nr. 639. S. 168); der eine Hund soll selbst einen Theil vom Schmelze eines Zahnes verdaut haben, während doch das Gewebe der Leinwand nicht angegriffen war (ebd. S. 212). m) Auf entgegengesetzte Weise widerstehen in den Magen gekommene Entozoen, Insecten, Würmer und Amphibien während ihres Lebens und vermöge desselben der Verdauung.

m.

C. C) Was die örtlichen Verschiedenheiten anlangt, so beginnt die Verdauung n) in der Regel erst innerhalb des Magens: im Kropfe der Vögel scheint die hier secernirte Flüssigkeit, wiewohl sie nach Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. II. S. 131 fg. 203) meist und nach dem Fressen immer sauer ist, mehr die Stelle des Speichels zu vertreten und durch Einweichen und Aufquellen die Verdauung vorzubereiten, wie denn z. B. im Kropfe von Truthühnern die Schale von Wallnüssen platzt, während taube unverändert bleiben, da sie keinen Kern haben, welcher durch Tränkung anschwellen könnte (Nr. 102. II. 2 Abth. S. 91). Wenn bei einem Raubfische ein großer Theil eines verschlungenen Thiers noch in der Speiseröhre steckt, so ist derselbe gemeiniglich noch unversehrt, während der im Magen befindliche Theil schon aufgelöst ist (Nr. 452. S. 399). o) Im Mundtheile, namentlich im blinden Ende des Magens findet man bei Säugethieren das Futter verhältnißmäßig weniger verändert und reichlich angefeuchtet; im Pförtnertheile ist es mehr in gleichförmigen Speisebrei verwandelt und in höherem Grade sauer, wie z. B. Schultz (Nr. 691. p. 30) bei einer Katze eine Stunde nach der Fütterung den Speiseball im Mundtheile noch neutral, am Pförtnertheile hingegen schon sauer fand. In der großen Curvatur scheint die Verdauung ihren Hauptsitz zu haben, und die Gegend zunächst am Pförtner das Verdaute nur zu empfangen. Bei Wieder=

n.

o.

käuern ist das Futter im Pansen wenig verändert, und reagirt nach Schultz (ebd. p. 46), wenn es von trockner Substanz ist (Stroh oder Heu), alkalisch, weil dann mehr Speichel zugeflossen ist (§. 938. b. c), indeß das weiche (Kartoffeln, Rüben) durch den Magensaft schon gesäuert ist; im Netzmagen ändert es sich wenig; aber zwischen den Falten des Blättermagens wird es mehr vom Magensafte durchdrungen, und im Labmagen, der die meiste Säure giebt, endlich in Brei verwandelt.

§. 940. Wie alles Messen in der Physiologie wegen der mannichfaltigen Bestimmungsgründe und verwickelten Verhältnisse des Lebens nur zu einer ungefähren Schätzung führen kann, so gilt dies auch von der Bestimmung des Zeitmaaßes der Magenverdauung. A) Die Dauer derselben oder die Frist von Einführung der Nahrungsmittel bis zu deren völliger Umwandlung und Ausführung in den Darm hängt zuvörderst von der Beschaffenheit des Organismus ab, und zwar a) zunächst von der Gattung. Schweigger (Nr. 125. S. 570) bemerkt, daß man bei Blutegeln das vor 2½ Jahren gesogene Blut noch im Darme gefunden hat. Bei Fischen und Amphibien geht im Ganzen genommen die Verdauung langsamer vor sich als bei Vögeln und Mammalien, wie denn z. B. die Indier im Magen der Riesenschlange zuweilen ein Büffelkalb in für sie noch genießbarem Zustande antreffen (Nr. 443. XI. S. 226) — Gosse (Nr. 639. S. 398) hatte sich eingeübt, durch Verschlucken von Luft sich ein Erbrechen zu verschaffen, und fand auf diesem Wege, daß die genoßnen Speisen nach einer halben Stunde fast unverändert, nach einer Stunde in Brei verwandelt, und nach zwei Stunden zur Hälfte schon aus dem Magen getreten waren. Was die Beobachtung von Magenfisteln betrifft, so war die von Helm (Nr. 757. S. 7 fg.) beobachtete Frau zwei bis drei Stunden nach der Mahlzeit durch Schmerzen genöthigt, das Genoßne aus dem Magen zu nehmen, indeß ein Theil zurück blieb und verdaut später in den Darm ging. Bei der Frau Goré stieß der Magen drei Stunden nach der Mahlzeit die Nahrung theils durch den Pförtner, theils durch die Fistel aus, wobei an letzterer die Schleimhaut wulstförmig hervortrat (Nr. 796. IV. S. 72). In

einem ähnlichen Falle (wenn es nicht derselbe war), wo die Fistelöffnung 1/3 der Länge des Magens vom Pförtner entfernt war, sah Richerand den Speisebrei 3 bis 4 Stunden nach dem Essen austreten (Nr. 689. p. 133); bei St. Martin war im Durchschnitte, namentlich nach einer mäßigen Mahlzeit von Fleisch und Brod, die Chymusbildung binnen 3 bis 3½ Stunden beendigt (Nr. 712. S. 45. 220). Indeß ist sie bei gesunden Menschen wohl meist erst nach 4 bis 5 Stunden beendigt; so bemerkte auch Haller (Nr. 95. VI. p. 280 sq.), daß, wenn er an Magenbeschwerden litt, sein Aufstoßen erst 6 Stunden nach der Mahlzeit nicht mehr nach den genoßnen Speisen schmeckte.

b. b) Die Eigenthümlichkeit der Individuen zeigt sich auch in dieser Beziehung. So bemerkt Lallemand (Nr. 167. p. 84) als ein Resultat der an widernatürlichem After angestellten Beobachtungen, daß die Verhältnisse der Verdauung fast bei jeder einzelnen Person eigenthümlich modificirt sind, und daher die Aufstellung allgemeiner Sätze mißlich ist.

c. c) Aber auch bei jedem Individuum wechselt das Verhältniß nach dem Lebenszustande, und so machte denn auch Spallanzani (Nr. 639. S. 190) die Erfahrung, daß ein und dasselbe Thier nicht zu allen Zeiten gleich schnell verdaut. In der von solchem Wechsel abhängigen momentanen Stimmung hatte es vielleicht seinen Grund, wenn man bei einem Manne, der 2 Stunden nach der Mahlzeit ermordet worden war, den Magen schon leer fand (Nr. 95. VI. p. 281).

B. B) Entleerung des Magens und Beendigung der Verdauung in demselben treffen nicht immer in der Zeit zusammen, und sind daher wohl zu unterscheiden.

d. d) Bei manchen Thieren tritt die Nahrung frühzeitig, und ehe sie noch bedeutend umgewandelt ist, in den Darm, um daselbst erst zu vollkommnem Speisebrei zu werden, z. B. bei Pferden: sie können viele Stunden hinter einander fressen, indem ihr Magen nicht geräumig genug ist, um die eingeführte Futtermasse zu beherbigen, aber eine lebhafte Muskelkraft besitzt. Umgekehrt entleert er sich bei manchen Thieren nie ganz: bei Raupen enthält er nach sieben- und mehrtägiger Entbehrung noch Nahrung, ungeachtet er während der Verdauung sich sehr kräftig bewegt (Nr. 268. S. 12 fg.); auch bei Hunden

(Nr. 100. IV. S. 387) und Kaninchen (Nr. 563. S. 119. Nr. 691. p. 77), die geraume Zeit kein Futter bekommen haben, findet man den Magen selten ganz leer, wie dies schon Waläus (Nr. 776. p. 535) bemerkte; der unverdaute Rest der Nahrung scheint nicht lebhaft genug zu reizen, und erst wenn frische Nahrung eine lebhafte Bewegung erregt hat, ausgestoßen zu werden. e) Der jedesmahlige Zustand der Reizbarkeit bestimmt ferner den Zeitpunct der Entleerung. So ist bei lebhaftem Hunger der Magen stark zusammengezogen und treibt die genoßne Nahrung schnell aus: man hört dann ein gurgelndes Geräusch, und fühlt von Fleischbrühe oder Wein eine angenehme Wärme über den ganzen Unterleib sich verbreiten; Tanchon (Nr. 196. L. S. 310), der diese Bemerkung macht, fand bei Pferden, die er nach 24 stündigem Fasten mit Rettigen, gelben Rüben u. dergl mehr gefüttert, bei dem letzten Schluck durch einen Stich in das verlängerte Mark getödet und dann sogleich geöffnet hatte, den Magen meist leer und die Rüben auf 20 Fuß weit im Darme vorgerückt. Bei unterdrückter oder erloschner Reizbarkeit ist auch die Bewegung aufgehoben: so fand z. B. Abernethy (Nr. 557. p. 179) bei einer Frau, die sich mit Opium vergiftet hatte, den Magen nach dem Tode noch ganz mit der Flüssigkeit gefüllt, die man ihr während des Lebens durch einen Katheter eingesprützt hatte. — Haller (Nr. 95. VII. p. 52) bemerkt, bei Magen- und Darmfisteln scheine die Bewegung beschleunigt zu sein, und dies ist wohl nicht ungegründet, da bei widernatürlichem After der Speisebrei öfters schon zwei Stunden nach der Mahlzeit austritt (Nr. 167. p. 74). f) Es kommt ferner auf die specifische Reizkraft der in den Magen gebrachten Substanzen an, indem diese bald die eine, bald die andere Seite seiner Lebensthätigkeit erregen. Denn in der That ist er das vielseitigste Organ, indem er, auch abgesehen von seiner innigen Beziehung zu andern organischen Systemen (§. 957. C. 979. B), theils schleimige, theils saure Flüssigkeit absondert, sowohl verflüssigt als auch umwandelt, aneignet und einsaugt, empfindlich und mit Bewegungskraft begabt ist. Jede dieser verschiedenen Seiten hat ihre specifischen Reize: die eine Substanz wirkt mehr auf die Schleimhaut, die

andere mehr auf die Muskelhaut; die eine mehr auf seine Nerven, die andere mehr auf seine Blutgefäße u. s. w. Eine nähere Auseinandersetzung dieser Wahrheit bleibt künftigen Untersuchungen überlassen; hier müssen wir uns mit Anführung einzelner Thatsachen in Betreff der Überführung in den Darm begnügen. Wasser geht schnell über: Crook (Nr. 196. XLII. S. 11) sah bei einer in der Nähe des Pförtners sich öffnenden Magenfistel, daß das getrunkene Wasser binnen 20 Secunden ausgetrieben wurde; bei einem Pferde ging es nach Colemans Beobachtung binnen 6 Minuten bis in den Blinddarm, also 60 Fuß weit (Nr. 557. p. 180); nach Gurlt (Nr. 780. S. 96) gingen bei einem Pferde binnen wenigen Minuten 8, und bei einem andern 16 Pfund Wasser durch den Magen. Überhaupt verschwinden Getränke nach Beaumonts (Nr. 712. S. 65) Beobachtungen schnell aus dem Magen, wobei es freilich ungewiß bleibt, wieviel davon eingesogen wird. Indeß hat die Cohäsion keinen unbedingten Einfluß, indem manche feste Speisen früher ausgetrieben werden, als gewisse Flüssigkeiten, z. B. von rohen Eiern. Manche Getränke, die sonst in ihren Wirkungen sehr von einander abweichen, werden besonders schnell ausgestoßen, und verursachen, daß, wie Schultz (Nr. 691. p. 81 sq.) namentlich vom Kaffee behauptet, auch Speisen, ehe sie noch verdaut worden sind, in den Darm getrieben werden; so entsteht z. B. nach dem Genusse von Milch bisweilen wie unter Andern Lallemand (Nr. 167. p. 76) bei Darmfisteln sah, fast augenblicklich Diarrhoe. Die eigenthümliche Wirkungsart der unter einander so sehr verschiedenen Abführmittel ist noch nicht hinlänglich untersucht. C) Vorzüglich bemerkenswerth aber sind die qualitativen Modificationen der Bewegung. Wie nämlich der Magen zum Behufe der Verdauung sich zuerst von allen Seiten gleichförmig zusammenzieht, um die Speisen zu ballen, dann durch kreisförmige Fortpflanzung seiner Zusammenziehungen sie herumwälzt, zur Entleerung in den Darm von dem Munde gegen den Pförtner fortschreitend sich zusammenzieht, und zur Ausleerung durch den Mund in entgegengesetzter Richtung wirkt, so werden auch diese einzelnen Arten der Bewegung durch specifische Reize

hervorgerufen, z. B. die für Verdauung durch Gewürze, die für Abführung durch Neutralsalze, die für Erbrechen durch Spiesglasoxyd. Außerdem aber besitzt der Magen die Kraft, von zwei gleichzeitig in ihm enthaltenen Substanzen die eine auf diese, die andere auf jene Weise zu bewegen. g) Ein normales Erbrechen (§. 934. f) wird unstreitig durch den mechanischen Reiz des der Verdauung widerstrebenden Körpers erregt: gleichwohl erfolgt es nicht, so lange zugleich mit diesem Reize verdauungsfähige Substanz vorhanden ist: das Gehäus einer Schnecke reizt den Magen einer Asterie erst dann zum Erbrechen, wenn es leer und das darin befindliche Thier verdaut ist; Raubvögel erbrechen sich nicht, so lange etwas Verdauliches im Magen sich befindet, und behalten die ihnen beigebrachten Röhren so lange bei sich, bis die in diesen eingeschloßne oder außer ihnen vorhandene nahrhafte Substanz verdaut ist (Nr. 639. S. 152); auf diese Weise behielt ein Falke eine knöcherne Kugel 22 Tage lang bei sich, indem Spallanzani täglich zu der Zeit, wo seiner Berechnung nach die Verdauung beendigt war und das Ausbrechen der Kugel bevorstand, neues Futter gab (ebd. S. 166). Die Verdauungsbewegung bereitet die unverdauliche Substanz zum Ausbrechen vor: der Magen der Raubvögel ballt die Federn der verschlungenen kleinen Vögel zu kugelförmigen Massen zusammen, ehe er sie ausstößt. So trifft auch das Vermögen, bestimmte Substanzen durch Erbrechen auszuwerfen, mit dem Unvermögen dieselben zu verdauen zusammen: das Käuzchen kann Vegetabilien nicht verdauen, und wirft sie, wenn sie ihm beigebracht worden sind, zugleich mit dem übrigen Gerölle aus (ebd. S. 151); ein Falke brach eine dichte Knochenkugel, weil er sie nicht ganz verdauen konnte, weg, behielt aber Taubenknochen, die er zu verdauen vermochte, bei sich (ebd. S. 167); Reiher erbrechen sich nicht, ungeachtet sie ganze Frösche und Fische verschlingen, aber ihre Verdauungskraft überwältigt auch die Knochen dieser Thiere (ebd. S. 95). — Auch der menschliche Magen läßt sich durch einzelne Gemengtheile seines Inhalts bestimmen diese auszuwerfen, während er die übrigen zurückhält: bei habituellem Erbrechen wird zuweilen nach einer gemischten Mahlzeit nur die eine Speise aus-

geleert (Nr. 98. II. p. 233); Lallemand (Nr. 167. p. 62 sq.) beobachtete einen Fall, wo kurze Zeit nach der Mahlzeit die Symptome einer Blutergießung in den Magen eintraten, und darauf ein Erbrechen von geronnenem Blute ohne die mindeste Beimengung von Speisen erfolgte, auch die Verdauung dann ungestört fortging, und Recamier (ebd.) führt mehrere Beobachtungen für eine solche elective Thätigkeit des Magens, wie er es nennt, an. Beim sogenannten Wiederkäuen der Menschen steigen manche Speisen vorzugsweise aus dem Magen herauf, und, wiewohl die Verhältnisse bei jedem Individuum anders sich stellen, so treten doch im Ganzen genommen Vegetabilien häufiger als Fleischspeisen in den Mund zurück (Nr. 749. S. 17). h) Gleiches gilt von der Ausführung in den Darm: die Speisen treten nicht in der Ordnung, in welcher sie genossen worden sind, sondern in einer durch ihre Qualität bestimmten Folge aus dem Magen, wie dies besonders bei Magen- und Darmfisteln sich zeigt, und bereits von Haller (Nr. 95. VI. p. 280) angedeutet wurde. Schon Vater (Nr. 172. XXXI. p. 89) bemerkte bei einem widernatürlichen After, daß Obst und Gemüse, ohne sich mit den übrigen genoßnen Speisen gemischt zu haben, unverdaut abgingen, auch Brühen allein ohne feste Speisen hervortraten. Besonders hat Lallemand (Nr. 167. p. 74 sqq.) diese Erscheinungen genauer beobachtet. Vegetabilische Speisen traten schneller heraus als animalische, im Ganzen um die Hälfte früher, bei manchen Personen schon eine Stunde nach der Mahlzeit; dabei waren sie wenig verdaut: Bohnen, Linsen, Kartoffeln, selbst als Brei gegessen, waren noch deutlich zu erkennen, und Obst erschien oft in festen Stücken ohne die mindeste Veränderung, frisches Obst früher als gekochtes, ungeachtet dieses doch weicher ist. Brod kam später; dann gekochtes, noch später gebratnes und geschmortes Fleisch, und diese Speisen waren nicht mehr zu unterscheiden, sondern bildeten einen mehr gleichförmigen Brei; hartes Fleisch kam später als weiches, so wie hart gekochte Eier gegen weiche. Die Kranken hatten einen Widerwillen gegen Milch, und hatten sie welche getrunken, so trat sie nach einer halben oder ganzen Stunde geronnen in Klumpen heraus. Nach den von Londe (Nr. 423. X.

p. 62 sqq.) an einem widernatürlichen After angestellten Beobachtungen kamen Sallat, Spinat, Möhren, Pflaumen, Aepfel immer nach einer Stunde heraus und waren unverändert; Fadennudeln und Panaden erschienen nie vor zwei Stunden, und waren dann nicht mehr zu erkennen; Fleisch kam nie vor drei Stunden, gekochtes früher als auf dem Roste gebratenes; von Fleischsuppe mit gelben Rüben gingen diese zuerst ab. So traten auch bei St. Martin (Nr. 712. S. 25) rohe Vegetabilien oft frühzeitig und unverdaut aus dem Magen, während andere Speisen darin blieben und verdaut wurden. i) So ist denn, meint Lallemand, der Pylorus wirklich, was sein Name besagt: ein Pförtner oder Thürsteher, welcher das austreibt, was weniger nährend, schwer verdaulich ist, so daß der Magen nichts damit anfangen kann und davon nur belästigt wird. Indeß giebt die Allegorie keine bestimmte Ansicht vom Hergange, und wenn geringere Nahrhaftigkeit und schwere Verdaulichkeit das Bedingende wären, so müßte das schlechthin Nahrungslose und Unverdauliche zuerst aus dem Magen treten. Nun hat man zuweilen allerdings das Fleisch von Kirschen später abgehen sehen als die Kerne, und Tiedemann (Nr. 643. I. S. 143) fand die Steine, welche er von Hunden hatte verschlingen lassen, nach mehreren Stunden bereits im Darme. Indessen ist dies nicht die Regel. Reaumur (Nr. 173. 1752. p. 296) fand bei Enten und Hühnern den Sand noch im Magen, den er ihnen vor 8 Tagen beigebracht hatte; und diese, so wie Truthühner und Tauben, hatten noch Steine im Magen, nachdem sie Spallanzani (Nr. 639. S. 22) einen Monat lang in Käfigen gehalten hatte, wo sie keine finden konnten. Unverdautes bleibt in der Regel lange im Magen zurück: bei verdorbenem Magen werden oft die vor mehreren Tagen genoßnen Speisen ausgebrochen, da doch während dieser Zeit viele andere verdaut und in den Darm übergeführt sein müssen; von häufig und in reichlicher Menge genoßnen Erbsen sind die Hülsen nach vielen Monaten erst beim Gebrauche von Abführmitteln abgegangen, und ein Stück Speckschwarte war zwei Jahre lang unverdaut im Magen geblieben (Nr. 95. VI. p. 272); so fand Schultz (Nr. 691. p. 77) auch bei Wieder-

i.

käuern schwer verdauliche Vegetabilien noch nach acht Tagen im Pansen, und Montegre (Nr. 641. p. 12) erkannte ebenfalls, daß das Fremdartige länger im Magen zurückgehalten wird. Es scheint demnach, daß, so wie nahrungskräftige, schwerlösliche, feste Speisen eine stärkere Verengerung und rotirende Bewegung erregen (§. 931. e), auch unverdauliche, namentlich feste Stoffe ähnlich wirken, dagegen schwach nährende, weiche, säuerliche, erst im Darme unter Zutritt der Galle verdauliche Nahrungsmittel die austreibende Bewegung des Magens hervorrufen. — Dem Darme kommt ebenfalls eine specifische Reizbarkeit zu: Speisen, welche Diarrhoe verursachen, nehmen nicht allen Darminhalt mit, sondern gehen daneben vorbei; bei anhaltendem Gebrauche von Mineralwässern werden oft Kothballen ausgeleert, die Jahre lang troz täglichem Stuhlgange und öfterem Gebrauche von Purganzen im Darme zurückgeblieben waren. — Endlich zeigt der Magen bei manchen Thieren eine mechanische Unverletzlichkeit (§. 876. f), die vielleicht auf einer eigenthümlichen Bewegung beruht, vermöge deren er sich den in ihm enthaltenen Körpern anschmiegt, so daß er von ihren scharfen oder spitzen Theilen nicht verletzt wird. So behauptet der weiche Magen der Medusen seine Integrität gegen die verschlungenen Schneckengehäuse; der Muskelmagen der Vögel zerreibt Glas, ohne sich zu beschädigen, und blieb eben so unversehrt, als er die Nähnadeln und Lancettenspitzen zerbrach und abstumpfte, welche Spallanzani (a. a. O. S. 15 fg.) an einer

D. Bleikugel eingesteckt und so beigebracht hatte. D) Den Grad der Verdaulichkeit der verschiedenen Nahrungsmittel zu bestimmen, ist überhaupt schwierig, und die Urtheile darüber müssen ganz abweichend ausfallen, so lange man sich über die Begriffe nicht vereinigt und bloß eine Seite der Verdauung vor Augen hat.

k. k) Unter dieser denkt man sich oftmahls nichts anderes, als das Geschäft des Magens mit den Nahrungsmitteln: kann er dies schnell und ohne Beschwerde abmachen, so müssen sie leicht verdaulich gewesen sein. Dies ist also der Fall, wenn man nach der Mahlzeit sich wenig oder gar nicht beschwert fühlt, oder das Gefühl der Verdauung bald vorüber geht, oder wenn die Untersuchung des Magens selbst es vor Augen legt, daß er der Nah-

rungsmittel sich schnell entledigt hat. Hiernach ist denn das am leichtesten zu verdauen, was die Verdauungskraft am wenigsten, die austreibende Bewegung hingegen am meisten in Anspruch nimmt und, ohne bedeutend verändert worden zu sein, bald in den Darm übergeht: so würde denn das Wasser oben an stehen, demnächst anderes Getränk, dann Obst, Salat, Spinat, Carotten u. s. w., dagegen Brod schwerer, Fleisch noch schwerer zu verdauen sein. l) Dieser Gesichtspunct kann aber für sich allein nicht Gültigkeit haben, denn manches Nahrungslose, z. B. Bittersalz, würde dann als das Verdaulichste zu betrachten sein. Der Magen ist kein bloßer Durchgangspunct, sondern ein Herd der Bearbeitung, wo Speisebrei gebildet wird. Hiernach ist nur das als leicht verdaulich anzuerkennen, was bald in eine gleichförmige breiartige Masse verwandelt wird, also was sich leicht zerreiben und mit den Magensäften mischen läßt. Einigermaaßen wird es hier auf die Weichheit der Substanz ankommen, wie denn in dieser Hinsicht der Fisch verdaulicher ist als Fleisch von warmblütigen Thieren, und das von Tauben oder Kälbern als das von Gänsen oder Ochsen. Indeß ist der Einfluß der Consistenz nur beschränkt, denn es treten z. B. auch gebackene Pflaumen und Spinat, ohne in Farbe und Gestalt geändert zu sein, in den Darm (Nr. 167. S. 75). Größern Antheil hat vielmehr der Gehalt an löslichen Substanzen: Salz, Zucker, Gummi, Osmazom, Gallert; während Faserstoff, Knorpel und Knochen sich als schwer verdaulich erweisen. St. Martin verdaute gekochte Knorpel in $4^1/_4$ Stunde, gekochte Sehnen in $5^1/_2$ Stunde (Nr. 712. S. 215 fgg.). Nach Cooper (Nr. 185. IV. S. 138) verdauten Hunde binnen 4 Stunden von Haut 0,36, von Knorpeln 0,22, von Sehnen 0,21, von Knochen 0,06. m) Doch auch hiermit sind wir noch nicht befriedigt. Denn die Nahrungsmittel sollen ja zum Ersatze des auf Nutrition und Secretion verwendeten Blutes dienen, und ihre Umwandlung zu diesem Behufe soll in der Magenverdauung beginnen. Nach dieser Ansicht werden nur diejenigen als leicht verdaulich gelten können, welche bei ihrem Durchgange durch den Verdauungscanal früher und bereits im Magen eine dem Blute näher verwandte Form

l.

m.

annehmen, mithin einen höhern Grad von Aneignungsfähigkeit besitzen. Dieser Begriff schließt die Nahrhaftigkeit (§. 936. C) in sich, beschränkt sich aber nicht auf diese, sondern setzt dabei auch noch einen höhern Grad von Zersetzbarkeit voraus. Die Kriterien größerer Verdaulichkeit bestehen hier darin, daß ein einfacherer Apparat zur Verdauung, so wie eine geringere Menge von Nahrungsmitteln zur Ernährung erfordert wird. Das in solcher Hinsicht Leichtverdauliche kann länger im Magen bleiben und die animalen Lebensäußerungen mehr beschränken, indem es den Magen in volle Thätigkeit versetzt, so daß das Leben seine Wirksamkeit auf ihn concentrirt und von andern Richtungen sich mehr ablenkt; es kann selbst später in die Form des Speisebreies übergehen, aber es bildet dann einen, der seinem Gehalte nach vollkommner ist, dem Blute näher steht, und einer geringern Umwandlung noch bedarf. Demnach ist die animalische Nahrung verdaulicher als die vegetabilische: denn sie läßt sich leichter in ihre Bestandtheile zerlegen; die meisten niedern Thiere mit den einfachsten Verdauungsorganen sind ausschließlich auf sie verwiesen, und auch die Thiere der höhern Ordnungen, die von ihr leben, zeichnen sich durch einen engern Magen und kürzern Darm mit einem beschränktern Secretionsapparate aus, so wie durch das Vermögen wegen der größern Nachhaltigkeit ihrer Nahrung die Entbehrung länger auszuhalten. Das feste Fleisch der im freien Zustande lebenden und ihre Muskelkraft mehr übenden Thiere ist, wenn es eine Zeit lang aufbewahrt worden und der Fäulniß sich nähert, verdaulicher als frisches, in welchem die Bestandtheile noch durch die Wirkung früherer Lebendigkeit fester zusammengehalten werden. Mehlige Substanzen sind zersetzbarer und darum verdaulicher als Gemüse. Speisen von einer mäßigen Consistenz erregen die Verdauungsbewegung des Magens in höherm Grade, und sind deshalb verdaulicher als dieselben Substanzen in flüssiger Form. n) Waläus (Nr. 776. p. 533) war der Erste, der über die Verdaulichkeit bestimmte Erfahrungen zu gewinnen suchte; so fand er denn, daß bei Hunden die Verdauung von Milch und Fleischbrühe in der ersten, von Brod, Hülsenfrüchten und Fischen in der vierten und fünften, von Fleisch in der sechsten und siebenten

Stunde beendigt war; und wir möchten jeder dieser drei Classen von Nahrungsmitteln den Vorzug der Verdaulichkeit nach einem der drei angegebenen Gesichtspuncte einräumen. Bei manchen Nahrungsmitteln aber stimmen diese verschiedenen Momente unter einander überein; z. B. fettes Öl und besonders festes thierisches Fett ist schwer verdaulich, weil es lange im Magen bleibt und denselben beschwert, zweitens mit den Magensäften sich schwer mischt, und drittens nur schwer sich zersetzen läßt. o) Dieselbe Nahrung ist für die eine Gattung mehr, für die andere weniger verdaulich. So fand Cooper (Nr. 185. IV. S. 138), daß bei Hunden am frühsten Schweinefleisch, dann Hammelfleisch, hierauf Rindfleisch und am spätsten Kalbfleisch verdaut wurde, während seiner Meinung nach beim Menschen Hammelfleisch am verdaulichsten ist, worauf Rindfleisch, Kalbfleisch und zuletzt Schweinefleisch folgen, Helm (Nr. 757. S. 29) aber Kalb-, Lamm- und Schweinefleisch viel verdaulicher fand als Rindfleisch. Daher schlug Schultz (Nr. 691. p. 32) wohl nicht den rechten Weg ein, wenn er zu Lösung des Problems, ob es gut sei nach Austern holländischen Käse zu essen, einen Hund nöthigte Austern zu verschlingen. p) Am meisten scheitern alle Versuche, die Verdaulichkeit der einzelnen Nahrungsmittel gegen einander abzuwägen, an den Verschiedenheiten des der Individualität eignen oder auch momentanen Lebenszustandes. Wie dieser bei den Menschen verschieden ist, und bei demselben Individuum sich nicht gleich bleibt, wie man das Gewohnte liebt, aber das Alltägliche überdrüßig wird und Abwechslung verlangt, eben so verschieden und abwechselnd ist auch die Leichtigkeit der Verdauung eines Nahrungsmittels. Wo das Bedürfniß größer ist und eine mäßige Quantität einer Speise mit Wohlbehagen verzehrt wird, da erhält sie auch eine größere Verdaulichkeit: so bemerkte Londe beim widernatürlichen After, daß vegetabilische Substanz, die sonst unverändert in den Darm kommt, nach einer strengen Diät und in kleiner Portion genossen, nicht mehr zu erkennen, sondern in Speisebrei verwandelt war. Helm (Nr. 757. S. 20—26) verfuhr ganz zweckmäßig, indem er verschiedne Substanzen von bestimmtem Gewichte durch die Fistel in den Magen brachte und sie nach

einiger Zeit untersuchte, wie viel sie an Gewicht verloren hatten; nehmen wir an, daß die Verdauung gleichförmig fortgeschritten wäre, so würde sie in der Stunde bei Äpfeln 0,010, bei Carotten und Pastinak 0,016, bei Kartoffeln und Weißrüben 0,052, bei Birnen 0,083 und bei gekautem Schwarzbrode 0,173 betragen haben. Aber bei der Frau, an welcher diese Beobachtungen angestellt wurden, zeigten sich auch offenbare Abweichungen von den gewöhnlichen Verhältnissen, so daß auch die obigen Resultate keine sichere Grundlage für allgemeine Sätze abgeben: während sie nämlich durch Schmerzen genöthigt wurde, die genoßnen Rüben oder Hülsenfrüchte nach einer Stunde austreten zu lassen, konnte sie Sauerkohl, Salat, Gurken und Obst vier bis fünf Stunden bei sich behalten, und dann waren diese Speisen größtentheils verdaut (S. 9). Beaumont experimentirte überhaupt ohne Plan, so daß er auch nicht so großen Gewinn für die Lehre von der Verdauung geschafft hat, als wohl möglich gewesen wäre; so läßt sich auch nichts daraus folgern, wenn in einem seiner Versuche (Nr. 712. S. 85) von den verschiedenen an einen Faden gereihten und durch die Fistel in den Magen gebrachten Speisen roher dünn geschnittner Kohl, Brod, rohes fettes gesalznes Schweinefleisch und gekochtes Pökelfleisch zuerst und schon in zwei Stunden, gedämpftes Rindfleisch später, und rohes Rindfleisch noch später verdaut wurde. q) Je mehr Fläche die Substanz darbietet, um so leichter geht ihre Verdauung vor sich. Größere Stücke werden langsamer verdaut (ebd. S. 110). Nach einer Beobachtung Coopers (Nr. 185. IV. S. 138) verhielt sich bei Hunden die Quantität der binnen vier Stunden erfolgten Verdauung von viereckigen Stücken zu der von langen schmalen Stücken bei Hammelfleisch 1 : 1,44, bei Schweinefleisch 1 : 2,77, bei Kalbfleisch 1 : 4,60 und bei Rindfleisch 1 : 6,81. r) Sehr viel kommt auf die Zubereitungsart an, wiewohl auch hier jeder allgemeine Satz große Beschränkungen leidet. So bemerkte Cooper (a. a. O.) daß Hunde gebratenes Fleisch später verdauten als gekochtes, und Schultz (Nr. 691. p. 16 sq.) bestätigte es: ob aber daraus folgt, daß dies auch vom Menschen gilt, daß alles Braten, auf welche Weise es auch immer vorgenommen werde, die Speisen hart und

unverdaulich mache, und daß selbst das geräucherte und gesalzene, so wie das rohe Fleisch leichter verdaulich sei als das gebratene (ebd. p. 84 sq.), ist wohl sehr zu bezweifeln; St. Martin verdaute Rinderbraten in 2¾ bis 3½ Stunden, Beefsteak in 3 bis 3¾, und gekochtes Rindfleisch in 3½ bis 4 Stunden (Nr. 712. S. 21). s) Um die Unsicherheit der allgemeinen Sätze über Verdaulichkeit, wie sie bis jetzt aufgestellt worden sind, mit Beispielen zu belegen, mögen nur einige Widersprüche hier erwähnt werden. Hammelbraten gilt als sehr verdaulich, wurde aber nach Beaumont erst in 3½ bis 4½ Stunden verdaut, während der Rinderbraten in 2¾ bis 3½ Stunden; Fische sind nach Schultz (a. a. O. p. 84) sehr schwer verdaulich, besonders die gesalznen, nach Beaumont (a. a. O. S. 26) hingegen werden sie leicht verdaut, z. B. der Stockfisch schon in 2 Stunden. Nach Jenem (a. a. O. p. 85) sind die Austern schwer verdaulich; nach Diesem (a. a. O. S. 21) wurden sie in 2¾ bis 3 Stunden verdaut. Nach Jenem (a. a. O. p. 87) ist Sago sehr leicht verdaulich, Hafergrütze weniger, Reis noch weniger; nach Letzterem (a. a. O. S. 215) wurde Reis in 1, Sago in 1¾ Stunde verdaut. Nach Ersterem (a. a. O. p. 86) wird Brod am leichtesten verdaut, dann folgen Spinat, Lattich, Carotten und grüne Erbsen, schwerer sind die Kartoffeln; nach Letzterem (ebd.) wurden geröstete Kartoffeln in 2½, gekochte, so wie Waizenbrod in 3½ Stunden verdaut.

§. 941. A) Während der Verdauung strömt mehr Blut zum Magen: seine Arterien klopfen heftiger (Nr. 713. S. 153), seine Schleimhaut röthet sich (Nr. 759. p. 79), und zwar bei reizender Nahrung, z. B. Fleischbrühe mit Salz und Gewürzen, stärker als bei milder, z. B. Milch (Nr. 538. I. p. 494), und seine Zotten turgesciren. Zugleich beginnt er lebhaft zu secerniren (§. 838. b): man sieht an Stelle des zähen, weißlich grauen, nicht sauer reagirenden Schleims einen reichlichern, flüssigern, klaren, sauren Magensaft hervorquellen, die Speisen durchdringen oder in Tropfen sich sammeln und an den Wänden zum Boden herab laufen (Nr. 712. S. 69 fgg.); die Schleimhaut erscheint dabei wie aufgequollen (Nr. 713. S. 53), und man findet die Krypten mit

Feuchtigkeit gefüllt (Nr. 642. p. 65). Knox (Nr. 196. XXIX. S. 193 fgg.) bemerkte in der Magenwand des Delphins parallele, senkrecht stehende Fasern, die er unter dem Mikroskope als Röhren erkannte und mit den elektrischen Organen des Zitteraals verglich. Purkinje und Pappenheim (Nr. 681. 1838. S. 2) fanden diese Röhren auch im Magen anderer Thiere, erkannten sie für cylindrische Schleimbälge („Drüsen"), und hielten sie für den Sitz des Magensaftes („Labstoffs"). Nach Bischoffs (ebd. S. 508 fgg.) genauerer Untersuchung werden sie von einem Haargefäßnetze umsponnen; ihre Mündungen sind rund und geben der innern Fläche des Magens ein fein punctirtes Ansehen; ihre blinden gegen die Zellgewebhaut gerichteten Enden sind meist traubig; ihr Inhalt ist unregelmäßig körnig, reagirt sauer, und verhält sich wie Magensaft; sie sind beim Menschen und bei fleischfressenden Thieren über die ganze Magenwand verbreitet und, deren Durchmesser entsprechend, im Mundtheile kürzer, im Pförtnertheile länger; bei Wiederkäuern finden sie sich nur im Labmagen, bei Pferden und Nagern nur da, wo das dickere Epithelium der Speiseröhre fehlt. Im Vormagen der Vögel, so wie im Mundtheile des Magens bei Bibern, Haselmäusen und Schläfern sind dergleichen Krypten besonders stark entwickelt. B) Der Magensaft vermittelt die Verdauung. a) Niedere Thiere, welche weder kauen, noch einen Darm mit After haben, namentlich Actinien und Asterien, verschlingen ganze Conchylien und Crustaceen, und werfen dann die Schalen oder Gehäuse leer und unversehrt aus: die Substanz der darin enthaltenen Thiere ist also offenbar durch eine eindringende Flüssigkeit aufgelöst worden. b) Diesen natürlichen Hergang hat das Experiment nachgemacht, und auf allen Stufen des Thierreichs denselben Erfolg erkannt. Reaumur (Nr. 173. 1752. p. 461 — 474) ließ mit Fleisch gefüllte, an beiden Enden theils offne, theils durch ein Gitter verschloßne Blechröhren von 10 Linien Länge und 7 Linien Weite von einem Bussard verschlingen: nach 24 Stunden war nur noch 1/3 oder 1/4 vom Fleische vorhanden, und hatte er es durch einen Drath in der Axe der Röhre befestigt gehabt, so waren 7/8 davon in Speisebrei verwandelt; nach 48 Stunden war nur noch 1/8 in der Röhre und zwar ent-

färbt und auf der Hand in Brei zu zerreiben; von 24 Gran feinen Hühnerknochen war nach 24 Stunden nur noch sehr wenig gallertartige Substanz übrig; von einem Stücke Ochsenrippe war nach 3 Tagen nur noch $^1/_{10}$ übrig. Eben so war Brod, in einer bleiernen Röhre einem Hunde beigebracht, nach einiger Zeit verschwunden (ebd. p. 489). — Spallanzani vervielfachte diese Versuche mit durchlöcherten Röhren. Darein gebrachtes Froschlaich war bei Aalen nach $3^3/_4$ Tagen verdaut (Nr. 639. S. 127); ein Stück Schafdarm bei Fröschen nach 3 Tagen (ebd. S. 105); Regenwürmer bei Salamandern am zweiten Tage (ebd. S. 108); Froschfleisch bei Nattern nach 5 Tagen (ebd. S. 121); zerschnittnes rohes Rindfleisch bei Krähen nach 7 Stunden, 103 Gran von einem Apfel in 15 Stunden (ebd. S. 59); ein Fisch bei Reihern nach 24 Stunden bis auf einige Kopfknochen und etwas Fleisch vom Rücken, während von einem Frosche die Beine bis auf die Spitzen der Pfoten und die Haut des Rumpfs verdaut, die Muskeln erweicht und die Knochen in Knorpel verwandelt, ein anderes Mahl aber nach 27 Stunden verdaut waren (ebd. S. 94 fg.); der Schenkel einer Taube war bei einem Käuzchen nach 103 Stunden bis auf wenige Reste verschwunden (ebd. S. 153); Fleisch war bei Ohreulen nach 7 Stunden völlig verdaut (ebd. S. 160); bei einem Adler war nach 13 Stunden Hirnsubstanz vom Ochsen völlig, Leber größtentheils, Muskel weniger, Herz noch weniger und Sehne am wenigsten verdaut (ebd. S. 185); Fleisch bei Katzen nach 5 Stunden ganz, Brod zum Theil (ebd. S. 200); bei Hunden Fleisch und Brod nach 15, Schafdarm nach 41 Stunden (ebd. S. 204); gestoßne und dann gekaute Getraidekörner bei Schafen nach 30 (ebd. S. 142), bei Pferden nach 52 Stunden (ebd. S. 145). Die Verdauung ging in den Röhren allerdings langsamer vor sich, als ohne dieselben: während der Schwanz einer Eidechse von Schlangen frei im Magen binnen 2 Tagen verdaut wurde, war innerhalb einer Röhre nach 5 Tagen nur ein kleiner Theil verschwunden, und Eidechsenleber war frei nach 36 Stunden völlig, in der Röhre nach 3 Tagen erst zur Hälfte verdaut (ebd. S. 119). Dies hing aber bloß vom erschwerten Zutritte des Magensaftes ab, denn

während bei Krähen das Rindfleisch in den gewöhnlichen Röhren nach 7 Stunden verdaut war, so war es schon nach 4 Stunden, wenn die Löcher der Röhren größer gemacht waren, während ein Überzug mit Leinwand die Verdauung noch mehr verspätete (ebd. S. 62). Spallanzani stellte nun auch an sich selbst Versuche an: in den durchlöcherten hölzernen Röhrchen, die er verschluckte, war Kalbfleisch nach 22, Knorpel vom Ochsen nach 85, Flechsen nach 97 Stunden völlig verdaut, als die Röhren mit dem Stuhle abgingen (ebd. S. 224 — 230). Eben so ließ Stevens (Nr. 755. S. 208 fg.) einen Menschen, der sich als Steinschlucker sehen ließ, silberne oder elfenbeinerne, durchlöcherte und aus zwei zusammengeschraubten Hälften bestehende Hohlkugeln verschlucken: darin eingeschloßne Substanzen, als Fleisch, Sehnen, Käse, Äpfel, Rüben, Blutegel, Regenwürmer, wurden verdaut, Getraidekörner, Erbsen und Knochen nicht. c) Mußte der Magensaft durch ein dichtes Gewebe dringen, so ging die Verdauung natürlich langsamer von Statten; indeß wurde bei einem Adler das in sechsfache Leinwand eingeschloßne Fleisch verdaut, und selbst das in einen Beutel von Tuch gesteckte war nach 36 Stunden um mehr als 1/3 leichter geworden (Nr. 639. S. 186 fg.); in einem Beutel von dichter Leinwand, welcher durch Schwämme bei ihrem Aufquellen im Magen eines Hundes zurückgehalten wurde, war nach 4 Tagen das Fleisch verschwunden, eine Flechse um 3/4, ein Knochenband um 1/2 leichter geworden, und der Überrest davon so weich, daß er bei der geringsten Dehnung zerriß (ebd. S. 207). In Leinwandbeuteln, welche Spallanzani selbst verschluckte, waren 52 Gran gekautes Brod nach 23 Stunden, 60 Gran gekochtes und gekautes Taubenfleisch nach 18 Stunden völlig verdaut; nach 30 Stunden hatten 50 Gran rohes Rindfleisch 27, und eben so viel rohes Kalbfleisch 36 Gran an Gewicht verloren (ebd. S. 221 fg.). Helm (Nr. 757. S. 20 — 29) stellte ähnliche Versuche an sich und einem jungen Manne an: die Beutel, in welchen gekautes Weißbrod, Mehlbrei, in Milch oder Fleischbrühe gekochter Reis oder Sago enthalten gewesen war, waren bei ihrem Abgange völlig leer; von gekautem Fleische waren nach 24 Stunden 50, von ungekautem nur 30 Gran ver-

daut; von gekautem Schwarzbrode nach 8 Stunden 14, nach 18 Stunden 34 Gran; von durchgeschlagenen Erbsen und Linsen nach 9 Stunden 30, von durchgeschlagenen Bohnen nur 18 Gran; von Kartoffeln, Rüben und Selleri nach 24 Stunden 40, von Carotten und Petersilienwurzel nur 15 Gran. Beaumont (Nr. 712. S. 130) brachte durch die Magenfistel in einem Mousselinbeutel Bratwurst ein: nach $6^1/_2$ Stunden waren 105 Gran verschwunden und der Rest bestand aus knorpligen und häutigen Fasern und Gewürz; von gebratenem Fische waren binnen $5^1/_4$ Stunden 60 Gran (ebd. S. 131), und von Kalbfleisch in $4^1/_2$ Stunde 10 Gran verdaut (ebd. S. 144); 40 Gran Stockfisch waren nach 6 Stunden völlig verdaut (ebd. S. 181).

C) Solche Beobachtungen mußten zu dem Gedanken führen, daß der Magensaft vielleicht auch außerhalb des Magens, aber in einer ähnlichen Temperatur, Nahrungsmittel zu verdauen im Stande sei. Eine solche künstliche Verdauung wurde d) zuerst an Fleisch, und zwar von Reaumur (Nr. 173. 1752. p. 485 sq.) versucht, jedoch mit geringem Erfolge: Fleisch war in dem mittels eines Schwammes aus einem Bussard gezogenen Magensafte in einem Brütofen nach 24 Stunden erweicht, aber nicht aufgelöst. Spallanzani war glücklicher: im Magensafte von Eulen hatten bei einer Temperatur von 30 bis 35° Kalbsdärme binnen 24 Stunden 18 Gran verloren, und waren, in frischen Magensaft gelegt, nach 2 Tagen in Brei aufgelöst (a. a. O. S. 156); auch Fleisch wurde so aufgelöst (ebd. S. 160); Spallanzani füllte ein Röhrchen mit Magensaft von Truthühnern oder Gänsen und zerschnittnem Fleische, und trug es unter der Achsel, wo es nach 3 Tagen größtentheils, und beim Zusatze von frischem Magensafte den Tag darauf völlig aufgelöst war (ebd. S. 52 fg.); im Magensafte eines Hundes fand er ebenfalls Fleisch aufgelöst (ebd. S. 217), in seinem eignen, den er durch ein Brechmittel ausgeleert hatte, wurde gekochtes und gekautes Rindfleisch binnen 2 Tagen auch erweicht, jedoch nur so weit, daß unter der Loupe noch Fasern zu erkennen waren (ebd. S. 234). 12 Gran Rostbeef, welche Stevens (Nr. 755. S. 210) bei einer Temperatur von 31° R. in einer halben Unze Magensaft vom Hunde hatte

stehen lassen, waren nach 8 Stunden aufgelöst. Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. I. S. 209 fg.) preßten den Magensaft von Hunden aus den ihnen 2 Stunden zuvor gegebenen Nahrungsmitteln, und fanden, daß darein gelegtes gekochtes Rindfleisch, Brod und gekochtes Eiweiß bei 24 bis 30° R. binnen 8 oder 10 Stunden an der Oberfläche in Brei aufgelöst war. Eben so wurde nach Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 123) Fleisch im Magensafte eines Hundes bei 31° in Speisebrei verwandelt. Beaumont (Nr. 712. S. 87) sammelte aus dem Magen von St. Martin, nachdem dieser seit 17 Stunden nichts genossen hatte, eine Unze klaren Magensaft in eine Phiole, und digerirte darin 3 Drachmen gekochtes Rindfleisch bei 30° R.: nach 1 Stunde fing die Bildung von Speisebrei an, nach 2 Stunden war alles Zellgewebe aufgelöst, nach 4 Stunden war die Hälfte der Fasern und nach 11 Stunden Alles aufgelöst; die Flüssigkeit war molkenfarbig und gab etwas Bodensatz. Ein anderes Mahl waren vom Rindfleische in einer gleichen Menge Magensaft binnen 24 Stunden nicht mehr als ²/₃ aufgelöst (ebd. S. 96); 15 Gran einer starken Ochsensehne waren in einer halben Unze Magensaft nach 24 Stunden ganz aufgelöst (ebd. S. 145); Fleisch und Gemüse, 20 Minuten nach der Mahlzeit aus dem Magen genommen, war im Magensafte nach 5 Stunden völlig verdaut, so daß es dem indeß im Magen gebildeten Speisebrei vollkommen glich; eine erst ³/₄ Stunde nach dem Genusse herausgenommene Portion wurde schon binnen 3 Stunden vollkommen verdaut (ebd. S. 97); 30 Gran Rinderbraten und eben so viel Kalbsleber gekaut und mit 2 Unzen Magensaft vermischt, waren nach 6 Stunden in eine grauweiße Flüssigkeit mit braunem Bodensatze verwandelt (ebd. S. 203). Hood (Nr. 782. p. 164) sammelte 2 Drachmen Magensaft von einem Hunde, der seit 12 Stunden nicht gefüttert war, in einem Gläschen, legte 50 Gran gekochtes Rindfleisch darein, brachte es, fest verschlossen, in den Mastdarm eines lebenden Hundes, und fand nach 11 Stunden ³/₄ des Fleisches aufgelöst, den Rest weiß und klebrig, aber an den Stellen, wo der umgewickelte Faden das Eindringen des Magensaftes gehemmt hatte, weniger verändert.

e) Milch und Eiweiß wurden nach Beaumont (a. a. O. S. 101. 204) im Magensafte außerhalb des Magens eben so, wie bei der natürlichen Verdauung umgeändert: sie gerannen zu Klumpen, die nach 5 Stunden zu einer weißen Flüssigkeit aufgelöst waren; von Käse waren nach 8½ Stunden 25 Gran verdaut (ebd. S. 203); von Knorpel nach 48 Stunden 14 Gran (ebd. S. 167); 10 Gran Rippenknochen von einem alten Schweine wurden durch mehrere Tage lang immer neu zugesetzten Magensaft (zusammen 14½ Drachme) in eine graulich weiße wie dünner Haferschleim aussehende Flüssigkeit mit feinem, braunem Bodensatze aufgelöst (ebd. S. 152) und von einem in Stücke zerbrochenen dichten Rinderknochen lösten sich binnen 24 Stunden 6 Gran auf. Spallanzani (a. a. O. S. 171) sah ein 44 Gran schweres Stück von einem porösen Rinderknochen im Magensafte eines Falken sich völlig auflösen. f) Gekautes Brod wurde nach Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 123) im Magensafte einer Ente, und Zuckerbrod im menschlichen Magensafte nach Beaumont (a. a. O. S. 204) in Speisebrei verwandelt, eben so Sago schon nach 2½ Stunden (ebd.); von zerstoßnen Waizenkörnern, die im Kropfe einer Truthenne bereits erweicht waren, sah Spallanzani (a. a. O. S. 52) nach dreitägiger Digestion mit dem Magensafte desselben Vogels einen mehligen Bodensatz. Gekauter Lattich, mit Magensaft eines Schafs digerirt, war nach 45 Stunden bis auf einige Rippen und Fasern zu Brei geworden (ebd. S. 144). Baumöl, welches Beaumont (a. a. O. S. 207) mit dreimahl so viel Magensaft versetzt hatte, wurde allmählig immer mehr milchig und nicht mehr zu unterscheiden. g) Dagegen hatte das Fleisch, welches Montegre (Nr. 641. p. 21. 25. 26) in Gläschen mit seinem eigenen Magensafte in der Achselhöhle getragen, nach 12 Stunden bis 3 Tagen seinen Zusammenhang nicht verloren; Weißbrod war nur in einen krümlichen Brei zerfallen (ebd. p. 23); einmahl legte er Kalbfleisch in Magensaft, den er bereits 8 Tage unter der Achsel getragen hatte, und fand dasselbe nach 8 Tagen größtentheils in eine weiße, gleichartige, dicke Flüssigkeit aufgelöst (ebd. p. 36), erklärte dies jedoch für eine bloße Maceration, nicht für

eine künstliche Verdauung (ebd. p. 41). Indeß können hierdurch die obigen Erfahrungen nicht umgestoßen werden. Der Magensaft, dessen Montegre sich bediente, war ausgebrochen, mithin mit Speichel, dessen Secretion beim Erbrechen immer vermehrt wird, überladen und deshalb weniger wirksam. Dann setzte Montegre das Fleisch meistentheils nur 12 Stunden lang dem Magensafte aus, da doch die künstliche Verdauung schwieriger ist und mehr Zeit fordert als die natürliche; Spallanzani (a. a. O. S. 83—87) erkannte schon den Grund davon, denn während Fleisch mit Magensaft in einer verschloßnen Röhre, von Krähen verschluckt, nach 5½ Stunden noch gar nicht verändert war, ging seine Auflösung schneller von Statten, wenn die Röhre ein kleines Loch hatte, durch welches das Aufgelöste abfließen, und frischer Magensaft eindringen konnte. So bemerkte auch Beaumont (a. a. O. S. 107), daß die künstliche Verdauung, wenn sie in Stocken gerieth, durch einen Zusatz von frischem Magensafte wieder in Gang gebracht wurde, mithin die natürliche bei der fortdauernden Secretion des Magens, so wie bei dem steten Abflusse des bereits gebildeten Speisebreies ungleich schneller und vollkommner vor sich gehen muß. D) Endlich eröffnete Eberle eine neue Bahn durch Bildung eines künstlichen Magensaftes.

D.

h. h) Er bereitete solchen, indem er die Schleimhaut des Magens in Wasser bei 30° R. erweichte, Salzsäure oder Essigsäure zutröpfelte, und nach 10 bis 12 Stunden den so erhaltenen graulichen Schleim mit Wasser verdünnte (Nr. 713. S. 80); die Bestandtheile waren Osmazom, Speichelstoff, Schleim, Salze und die zugesetzten Säuren (ebd. S. 125); der natürliche Magensaft unterschied sich davon durch größern Gehalt an Salzen, so wie vermöge des verschluckten Speichels an Speichelstoff (ebd. S. 127. 134). In der so zubereiteten Flüssigkeit war rohes Rindfleisch mit Leber oder Weißbrod nach 4 Stunden eben so an der Oberfläche in Brei aufgelöst wie im Magen eines lebenden Thiers und von gleichem Geruche und Geschmacke (ebd. S. 81 fgg. 99); eben so war hart gekochtes Eiweiß nach 5½ Stunde wie im lebenden Thiere in einen grauweißen Brei verwandelt (ebd. S. 85. 91); Milch gerann alsbald, und bildete dann eine molkenfarbige Flüs=

sigkeit mit Rahmhaut (ebd. S. 96), oder, wenn sie mit Weißbrod gemengt war, einen grau weißen Brei (ebd. S. 99); Käse war nach 3 Stunden von außen erweicht (ebd. S. 87); eben so Lattich und Brod (ebd. S. 104), und andere Vegetabilien (ebd. S. 108 fgg.). i) Müller und Schwann (Nr. 681. 1836. S. 72 fgg.) erhielten eine künstliche Verdauungsflüssigkeit, indem sie die Schleimhaut vom Labmagen eines Kalbes abpräparirten, so lange mit Wasser abwuschen, bis sie Lakmus nicht mehr röthete, trockneten, dann in Wasser wieder aufweichten, und Salzsäure oder Essigsäure zusetzten. Die Proportion giebt Schwann (ebd. S. 90) auf ½ Loth Schleimhaut mit Wasser und 3,3 Gran Salzsäure an; die so bereitete Flüssigkeit wirkt auch, wenn sie durch Leinwand filtrirt ist, und enthält an erkennbaren Stoffen Osmazom, Speichelstoff und durch Kaliumeisencyanur fällbare Materie (ebd. S. 123 fgg.). Gekochtes Eiweiß, darin digerirt, wurde gelblich, war nach 12 Stunden graulich, durchscheinend, außen breiig, innen leicht zuzudrücken, späterhin eine grauliche, kleisterartige, in Wasser lösliche Masse (ebd. S. 74); Fleisch war nach 12 Stunden bräunlich, schmierig, mit abgerundeten Rändern und Ecken, an der Oberfläche breiig, die Fasern nicht mehr unterscheidbar (ebd. S. 73); vom Faserstoffe lösten sich 0,97 auf (ebd. S. 132); auf Käsestoff, Gallert und Kleber schienen bloß die zugesetzten Säuren zu wirken (ebd. S. 136). k) Purkinje und Pappenheim (ebd. 1838. S. 12) bereiteten aus 2 Gran von der Substanz des Labmagens mit 2 Drachmen Wasser und 2 Tropfen Salzsäure eine Flüssigkeit, welche beinahe alle thierische Theile aufzulösen vermochte (Nr. 196. L. S. 210). l) Simon (Nr. 681. 1839. S. 4) ging auch so zu Werke, daß er auf eine Schicht zu verdauender Substanz ein Stück Magenhaut legte, diese mit destillirtem Wasser und etwas Salzsäure anfeuchtete, und das Gefäß in Wasser von 30° R. stellte. [Zusatz von Ernst Burdach. In der Absicht, den Hergang bei der sogenannten künstlichen Verdauung nach Eberles Entdeckung auf mikroskopischem Wege zu beobachten, bereitete ich mir ganz klare Verdauungsflüssigkeit, indem ich nach Schwanns Vorschrift ein Stück Magenschleimhaut mit gesäuertem Wasser übergoß, und

i.
k.
l.

48 Stunden bei 32° R. digeriren ließ, dann die hierdurch gewonnene Flüssigkeit filtrirte, den ungelösten Rückstand aufs Neue mit gesäuertem Wasser vermischte, und das Digeriren und Filtriren wiederholte. In dieser etwas gelbgefärbten, aber ganz klaren Verdauungsflüssigkeit nun ließ das Mikroskop durchaus nichts als einige Öltröpfchen, und einzelne kleine, dunkle Körperchen erkennen, welche ich als Partikelchen von Schleimdrüsen, oder als Kerne von Epitheliumzellen des Magens ansehen zu müssen glaubte. War in dieser Verdauungsflüssigkeit Eiweiß aufgelöst worden, so zeigten sich in ihr viel mehr Öltröpfchen von verschiedener Größe, und von den größten unter diesen, welche in der Regel nicht vollkommen kreisrund waren, erschienen einige an ihrer Peripherie wie mit feinen Perlchen besetzt, so daß sie einigermaaßen das Aussehen von vergrößerten Lymphkügelchen hatten; indessen wurde ihre Natur dadurch außer Zweifel gestellt, daß, wenn durch Verschiebung der sie bedeckenden Glasplatte zwei derselben einander genähert wurden, dieselben ineinanderflossen. Außerdem fanden sich noch einzelne helle Schuppen oder Blättchen von der Größe eines Blutkörperchens, welche unregelmäßig geformt waren, und ein körniges Gefüge zeigten. Andere Nahrungsmittel, z. B. Fleisch, in derselben Verdauungsflüssigkeit gelöst ließen zu keinem Resultate gelangen, da die herumschwimmenden unlösbaren Partikelchen derselben ein sehr sorgfältiges Filtriren nothwendig machten, hiernach aber nichts als die Fetttröpfchen zu Gesicht kam. War dem aufzulösenden Eiweiße Galle zugesetzt worden, so zeigten sich die Fetttropfen viel zahlreicher, aber auch allgemein um vieles kleiner, zugleich kamen dann auch jene aus körniger Masse bestehenden Blättchen in viel bedeutenderer Menge zu Gesicht, und dieselben waren dabei etwas gelb gefärbt. Wurde Galle zur Verdauungsflüssigkeit gesetzt, nachdem in dieser bereits Eiweiß aufgelöst war, so zeigte sich in einem Falle ein wirkliches, wenn auch schwaches Aufbrausen und schnell wieder vergehende weiße Flocken, gewöhnlich aber erfolgte nur eine allgemeine Bewegung in der Flüssigkeit und leichte Trübung. Diese Verschiedenheit mag wohl darin ihren Grund gehabt haben, daß die Galle im ersten Falle von einem so eben erst getödeten, noch nicht kalt gewordenen

Thiere genommen war. Zur Ruhe gekommen zeigte sich die Flüssigkeit unter dem Mikroskope nicht anders, als wenn die Galle schon vor der Auflösung des Eiweißes zugesetzt worden. Die Galle selbst erschien unter dem Mikroskope ganz klar, mit einigen größeren oder kleineren, schwarz oder braun gefärbten, eckigen Blättchen, welche auch in der mit Galle vermischten Verdauungsflüssigkeit unverändert wieder gefunden wurden. Wenn Fleisch mehrere Tage mit Galle enthaltender Verdauungsflüssigkeit digerirt worden war, so blieben bei dem Filtriren neben den ungelösten Resten weiße Körnchen von seifenartigem, mit Wasser mischbarem Fette auf dem Filtrum zurück, während dasselbe ölartig durchging, wenn die Verdauungsflüssigkeit keinen Zusatz von Galle erhalten hatte. Was das in Verdauungsflüssigkeit digerirte Eiweiß selbst betrifft, so erscheint dessen Auflösung verschieden, je nachdem die Flüssigkeit mehr oder weniger sauer ist. In letzterem Falle fangen zuerst die Ränder des Eiweißstückes an klar und weich zu werden, und dies schreitet nach dem Centrum zu fort, bis das Ganze durchweg bernsteinartig klar und weich geworden ist; ist dagegen der Gehalt an Säure stärker, so kommt es nicht zu dieser Durchsichtigkeit, sondern das Eiweiß wird dergestalt von der Peripherie nach dem Centrum hin corrodirt, daß sich an dem halbaufgelösten, und schon sehr weichen Stücke pyramidenförmige Spitzen, von der Mitte concentrisch ausgehend, mit unbewaffnetem Auge erkennen lassen, und es bleibt dann zuletzt nur ein ganz kleines Klümpchen hellbraun gefärbter Masse zurück. In beiden Fällen zeigt sich der Rückstand unter dem Mikroskope nur als eine klare, formlose Masse, aus welcher man durch Quetschen Öltröpfchen oder Luftbläschen in Form kleiner Perlen, und helle Partikelchen von unbestimmter Form ablösen kann. Ist die Menge des aufgelösten Eiweißes in der Verdauungsflüssigkeit nicht groß gewesen, so bleibt dieselbe ganz unverändert klar; war dieselbe aber bedeutend, etwa 1 Drachme Eiweiß auf eine halbe Unze Flüssigkeit, so wird letztere trübe, und es zeigt sich in ihr ein weißer, flockiger Bodensatz, welcher unter dem Mikroskope als ein Aggregat von ungemein feinen Körnchen erscheint.]

§. 942. Wir kommen nun zu der Frage nach der Wirkungsart des Magensaftes, oder, was eben darauf hinausläuft, nach den wesentlichen Veränderungen, welche die Nahrungsmittel im Magen erleiden. A) Hier fällt zunächst die Verflüssigung der Speisen in die Augen, welche sowohl die Zerlegung derselben in ihre Bestandtheile und deren neue Combinationen, als auch die Aufnahme der angeeigneten Producte möglich macht. Die Verflüssigung ist aber als das Wesentliche der Magenverdauung betrachtet worden früher von Hacquet, Bohn und Andern (Nr. 95. VI. p. 315), und in neuern Zeiten nicht nur von Beaumont (Nr. 712. S. 48), Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 192 sq.), sondern selbst von denen, die uns zuerst specielle Thatsachen über die im Magen vor sich gehenden chemischen Veränderungen kennen gelehrt haben, Tiedemann und Gmelin, so wie Eberle. Letzterer sagt namentlich (Nr. 713. S. 330), die Verdauung sei mehr Verflüssigung und Auflösung als entschiedene Umwandlung, wenigstens sei diese noch nicht streng erwiesen. Hier war aber die Rigorosität der Chemie zu weit getrieben; denn Niemand konnte an einer Umwandlung der Nahrungsmittel zweifeln, wenn er nur die einfachste Thatsache bedachte, daß nahrhafte vegetabilische Substanz, z. B. Satzmehl, keine Blutstoffe enthält, und diese doch bei der Verdauung daraus gebildet werden, während das Blut keine Spur von solcher Pflanzensubstanz zeigt. B) Daß die in den Magen gebrachten Stoffe eine bedeutende Veränderung erfahren, erhellt schon aus den häufig vorgekommenen Fällen, wo Eiter von Pestbeulen oder syphilitischen Geschwüren, Fleisch von Thieren, die an Wuth oder Milzbrand gelitten haben, Gift von Vipern und Klapperschlangen, Upas Antiar u. s. w. im Magen entweder ganz unwirksam geblieben sind, oder doch nicht so heftig gewirkt haben, wie bei Berührung der von Haut entblößten Theile oder auch der unverletzten Haut selbst, wovon unter Andern Haller (Nr. 95. VII. p. 58 sq.) und Heusinger (Nr. 785. II. S. 248) einige Beispiele anführen. Freilich ist solche Unschädlichkeit nicht eine Regel ohne Ausnahme; es kann außer dem Magen auch das Lymphsystem Antheil daran haben (§. 909. e); indessen wird dadurch eine dem Magen zukommende Kraft fremde

Stoffe umzuwandeln nicht ausgeschlossen. Die Äußerung dieser Kraft an den Nahrungsmitteln näher nachzuweisen ist schwierig. Denn da nur die Vergleichung des Speisebreies mit den genoßnen Speisen einerseits und dem Magensafte andererseits hierzu führen kann, lassen sich zwar zu diesem Zwecke Versuche mit Speisen anstellen, welche keinen Blutstoff enthalten, von denen also ein solcher, wenn er im Speisebrei sich findet, nicht abgeleitet werden kann; allein der Magensaft selbst enthält schon dergleichen, namentlich Osmazom, Speichelstoff, Schleim und auch etwas Eiweißstoff (§. 820. e), so daß es ungewiß bleibt, ob diese Substanzen, wenn sie im Speisebrei vorkommen, Producte der Verdauung sind, oder vom Magensafte herrühren. Vorläufige Erfahrungen wiesen nun im Speisebreie a) Eiweißstoff nach. Marcet (Nr. 685. II. p. 54) fand welchen bei einer mit Vegetabilien gefütterten Truthenne, denn ihr Speisebrei erlitt in der Hitze, durch Mineralsäuren und durch Sublimat einen Niederschlag, löste sich in Essigsäure beinahe ganz auf, und blausaures Kali schlug weiße Flocken daraus nieder. Prevost und Le Royer (Nr. 244. XXVII. p. 283) glaubten, welchen in reichlicher Menge im Blättermagen des Schafes zu erkennen, haben aber, wie Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. I. S. 323) vermuthen, wohl Schleim dafür angesehen, wiewohl Letztere im Pansen von Schafen, die mit Hafer gefüttert waren, auch Eiweißstoff antrafen. Allein Prout (Nr. 208. XXVIII. S. 195 fgg.) konnte im Speisebreie von Kaninchen, Tauben, Schleihen und Makrelen keinen entdecken. b) Werner (Nr. 358. VIII. S. 30) fand, daß der Speisebrei des Pferdes weder an der Luft noch am Feuer gerann, und nach dem Eindicken sich in Wasser wieder löste, und Emmert (Nr. 184. VIII. S. 176) nahm nach ähnlichen Erfahrungen das Dasein von Gallert an; diese wollten Prevost und Le Royer (a. a. O. p. 231) auch im Pansen und Netzmagen des Schafs gefunden haben; auch sollte in dem durch eine Fistel sich öffnenden Magen der Frau Goré sich mehr Gallert finden, als in den genoßnen Nahrungsmitteln enthalten war (Nr. 796. IV. S. 81). Indeß hatte man wohl Speichelstoff und Osmazom für Gallert angesehen; Eberle (Nr. 713.

a. b.

S. 164) überzeugte sich, daß in dem bei seinen Versuchen gewonnenen Speisebreie die Quantität dieser Stoffe größer war, als in dem dazu verwendeten künstlichen Magensafte. c) Unvollkommnen Faserstoff wollte man bei Frau Goré, so wie Marcet bei einer Truthenne bemerkt haben; dies hat sich indeß auf keine Weise bestätigt. C) Wenn mit dem Allem noch wenig gewonnen war, so hat dagegen unsere Kenntniß der Verdauung einen bedeutenden Schritt vorwärts gethan, indem durch Untersuchung des sowohl im Magen von Thieren gebildeten, als auch bei Behandlung von Nahrungsmitteln mit künstlichem Magensafte erhaltenen Speisebreies die Umwandlung eines bestimmten Stoffs in einen bestimmten andern nachgewiesen worden ist. d) Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. I. S. 301) haben hier die Bahn gebrochen, und die wichtigste Thatsache entdeckt: Stärkemehl war bei einem Hunde nach 5 Stunden in Zucker und Stärkegummi verwandelt. Man könnte diese Wirkung dem Speichel zuschreiben (§. 938. f): indessen zeigte sie sich auch bei einer Gans, wo der Speichel wohl wenig Antheil gehabt hat; Versuche mit reinem oder künstlichem Magensafte sind noch nicht angestellt worden. e) Die zweite wichtige Entdeckung haben wir Eberle (Nr. 713. S. 91. 165) zu verdanken: geronnener Eiweißstoff wird wie im Magen, so auch durch Digestion mit künstlichem Magensafte in Osmazom und Speichelstoff verwandelt. Dies wurde durch Schwann (Nr. 681. 1836. S. 78 fgg.) bestätigt: der Eiweißstoff war zerstört, denn die Flüssigkeit erlitt weder durch Hitze oder Salpetersäure, noch auch beim Zusatze von Essigsäure durch rothes Cyaneisenkalium eine Fällung oder Trübung; es war Osmazom gebildet, denn ein Theil der abgedampften Flüssigkeit war in Weingeist löslich und wurde durch Galläpfeltinctur niedergeschlagen; ein anderer Theil war nicht in Weingeist, aber größtentheils in Wasser löslich, und durch Galläpfeltinctur oder Sublimatlösung fällbar, also Speichelstoff. Von 20 Gran Eiweiß blieben $3^1/_5$ Gran unaufgelöst, und die Auflösung enthielt an fester Substanz $1^3/_5$ Gran Osmazom und $^1/_2$ Gran Speichelstoff; auch in dem unaufgelöst gebliebenen Theile zeigten sich diese Stoffe (ebd. S. 86). Außerdem bemerkte

Schwann noch einen dritten Stoff, der durch kohlensaures Natrum niedergeschlagen wurde, und weder in Wasser noch Weingeist, aber in Essigsäure oder verdünnter Salzsäure löslich war. f) Nach Tiedemanns und Gmelins (a. a. O. S. 300) an Hunden angestellten Versuchen schien Faserstoff in Eiweißstoff verwandelt zu sein, denn letzterer fand sich im Speisebreie, da der Magensaft bei andern Hunden keinen enthielt. Eberle (a. a. O. S. 102) fand bei einem ähnlichen Versuche außer dem Eiweißstoffe auch Speichelstoff und Osmazom, und bei Digestion in künstlichem Magensafte hatte sich nach Schwann (a. a. O. S. 132) der Faserstoff in Osmazom und Speichelstoff verwandelt. Im Speisebreie von Hunden, die Fleisch oder Knorpel oder Knochen gefressen hatten, fanden Tiedemann und Gmelin (a. a. O. S. 302) Eiweißstoff. In der aus Rindfleisch und Weißbrod mit künstlichem Magensafte entstandenen Flüssigkeit fand Eberle (a. a. O. S. 164) außer Faserstoff und Eiweißstoff auch sehr viel Speichelstoff und etwas Käsestoff; in einer ähnlichen Digestion von Rindfleisch und Leber war außer sehr vielem Eiweißstoffe (der auch im Fleische, besonders reichlich aber in der Leber enthalten ist) Speichelstoff, viel Osmazom und eine dem Käsestoffe sehr ähnliche Materie (ebd. S. 84); der Speisebrei einer mit Rindfleisch und Weißbrod gefütterten Katze enthielt Osmazom und Speichelstoff (ebd. S. 100). g) Tiedemann und Gmelin (a. a. O.) fanden bei Hunden Käsematte und Milch zwar umgewandelt, doch schien kein Eiweißstoff daraus geworden zu sein, denn durch Hitze, blausaures Eisenkali und Sublimat wurde keine Trübung bewirkt. So war auch nach Eberle (a. a. O. S. 87. 96. 165) der Käse bei natürlicher, wie bei künstlicher Verdauung nicht entschieden zu Eiweißstoff geworden. Nach Simon (Nr. 681. 1839. S. 6) aber wird wirklich Käsestoff in Eiweißstoff verwandelt, denn die durch künstliche Verdauung gebildete Auflösung von Käsestoff wurde durch Kochen trübe, durch Weingeist oder Sublimat weiß niedergeschlagen, und nach dem Zusatze von Essigsäure durch blausaures Eisenkali nicht gefällt, während eine frische Auflösung von Käsestoff das Gegentheil von dem Allem zeigte. h) Gallert

f.

g.

h.

war nach Tiedemann und Gmelin (a. a. O. S. 300) bei Hunden zersetzt, sulzte nicht mehr, und wurde durch Chlor nicht mehr fadenförmig gefällt; doch war ihre Umwandlung in Eiweißstoff oder Käsestoff nicht bestimmt zu erweisen. i) Eben so (ebd. S. 302) unbestimmt blieb es in Betreff des Klebers, der nach fünfstündiger Verdauung bei Hunden eine in der Siedehitze sich trübende Flüssigkeit bildete, also dem Eiweißstoffe ähnelte. Auch Eberle (a. a. O. S. 164) läßt es unentschieden, ob der Kleber bloß aufgelöst oder in einen andern Stoff umgewandelt wird. Dagegen fand er in dem aus Milch und Semmel gebildeten Speisebreie außer Eiweißstoff, Kleber und Käsestoff auch Gallert, indem Alaunerde einen schweren weißen Niederschlag bildete. Gannal (Nr. 423. 2. Serie. I. p. 601) behauptet, der Kleber werde bei der Verdauung gar nicht verändert, und diene nur dazu, den zu schnellen Durchgang des Stärkemehls durch die Verdauungswege zu hindern. Prevost und Le Royer (a. a. O. p. 230. 234) fanden in den beiden ersten Magen des Schafs den Pflanzeneiweißstoff in alkalischer Auflösung und dabei Gallert; sie nehmen daher an, der durch das Laugensalz (des Speichels) aufgelöste Pflanzeneiweißstoff werde in Gallert verwandelt. k) Hiernach bildet denn die Magenverdauung Eiweißstoff aus Faserstoff und Käsestoff, Osmazom und Speichelstoff aus Faserstoff und Eiweißstoff, Zucker und Gummi aus Stärkemehl; Gallert aus Pflanzeneiweißstoff. Krimer (Nr. 511. S. 92 fgg.) hatte behauptet, die verschiedenen Nahrungsmittel würden in Eiweißstoff verwandelt, und Müller (Nr. 673. I. S. 460), der ihm folgt, erklärt die Nahrhaftigkeit für identisch mit der Fähigkeit in Eiweißstoff verwandelt zu werden. Indeß scheint nach dem Angeführten die Magenverdauung nicht aus jedem Nahrungsmittel Eiweißstoff zu bilden; sollte sie aber wirklich immer dasselbe Product liefern, so möchte man eher vermuthen, daß dies nicht Eiweißstoff, noch irgend ein anderer Blutstoff, sondern ein Rudiment dieser Stoffe, eine Neutralität, aus welcher sich alle entwickeln können, oder, wie Trüttenbacher (Nr. 761. S. 7. 24) es ausdrückt, eine indifferente, bildungsfähige Keimmasse sein würde. Nach der (§. 941. m) mitgetheilten Beobachtung ist ein Fettgehalt dieses ersten Productes der Verdauung wahrscheinlich.

§. 943. Es fragt sich nun, was denn eigentlich das Wirksame am Magensafte sei. a) Zuvörderst müssen wir die Meinung zurückweisen, daß der Speichel den Magensaft darstelle (§. 820. a), durch die Säuerung der Nahrungsmittel sauer werde (§. 851. c), und die Verdauung bewirke. Denn dagegen sprechen die oben (§. 941. C) erwähnten Versuche mit Magensafte, namentlich mit solchem, der unter Beaumonts Augen vom Magen secernirt worden war. Die Behauptung von Schultz (Nr. 691. p. 99), die Auflösung im Magensafte außerhalb des Magens erfolge nur, wenn die Speisen eingespeichelt wären, und sei übrigens mehr eine Verderbniß als eine Verdauung, ist ganz ungegründet. Fleisch, mit Speichel digerirt, wird nicht verdaut, sondern geht in Fäulniß über (Nr. 782. p. 165): von 15 Gran Beefsteak, mit 3 Drachmen Speichel digerirt, waren nach 24 Stunden noch 12 Gran unaufgelöst und zwar stinkend, während von eben so viel mit 3 Drachmen Magensaft digerirtem nur noch 1 Gran übrig und das Ganze ohne allen übeln Geruch war (Nr. 712. S. 155). Fleisch löste sich bei einem Zusatze von Speichel in Magensafte weniger auf, und ging dann in Fäulniß über, was bei Anwendung von reinem Magensafte nicht der Fall war (ebd. S. 157). Durch ähnliche Erfahrungen überzeugte sich schon Waläus (Nr. 776. p. 533), daß der Speichel hier nicht das Wirksame ist. b) Daß die Magenverdauung eine Verflüssigung nothwendig in sich schließt, und daß daher der Gehalt des Magensaftes an Wasser und Salzen wesentlich ist, leidet keinen Zweifel. Bei Vivisectionen sieht man, daß trockne Speisen auch ohne Getränk im Magen aufgeweicht werden; und die Verdauung von substantiösen Nahrungsmitteln, Fleisch, Brod, Hülsenfrüchten u. s. w., wird durch mäßiges Trinken, besonders gegen Ende der Mahlzeit oder auch einige Stunden nach derselben, offenbar vermehrt. Aber es war einseitig, wenn Haller (Nr. 95. VI. p. 327) die Verdauung für eine Maceration durch das Wasser und die Salze des Magensaftes erklärte, und wenn die ganze Wirksamkeit des letztern von Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. I. S. 294) in Erweichung und Auflösung vermöge seines Gehaltes an Wasser (ebd. S. 331) und Säure gesetzt wurde. Von 50 Gran Hühner-

fleisch und 10 Gran gekautem Brode lösten sich binnen 5½ Stunden in warmem Wasser 20 Gran, in Magensafte 45 Gran auf (Nr. 712. S. 133); 11 Gran vom Herzen eines Schafs blieben in kaltem Wasser ganz unaufgelöst, und fingen nach 3 Tagen an zu faulen, während sie in kaltem Magensafte nach 24 Stunden durch Einsaugung um 1½ Gran zugenommen und nach 48 Stunden 3½ Gran verloren hatten, auch von Fäulniß frei blieben (ebd. S. 147). So machte auch Schwann (Nr. 681. 1836. S. 72) bei der künstlichen Verdauung vergleichende Versuche mit Digestion in Wasser, und sah, daß Fleisch und geronnenes Eiweiß unerweicht blieb und dann faulte. c) Der Magensaft enthält während der Verdauung eine freie Säure (§. 851. a. b. c), und der Speisebrei ist immer sauer, wird auch, wie Beaumont (Nr. 712. S. 60. 76) und Eberle (Nr. 713. S. 158) bemerkten, immer saurer, je weiter die Verdauung im Magen fortschreitet. Wenn Reuß (Nr. 639. S. 408) bei künstlichem Erbrechen seinen Speisebrei sauer schmeckend und reagirend fand, ungeachtet er vor der Mahlzeit 5 Gran Kali genommen hatte, und wenn Montegre (Nr. 641. p. 28. 31) das nach dem Einnehmen von einer halben Drachme kaustischer Magnesia genoßne Fleisch beim willkührlichen Erbrechen ½ Stunde nach der Mahlzeit noch nicht, wohl aber nach 1 Stunde, und nach 2½ Stunden in hohem Grade sauer fand, so kann dies nach den übrigen Erfahrungen nicht dahin gedeutet werden, daß, wie Haller (Nr. 95. VI. p. 315 sqq. 330) und Spallanzani (Nr. 639. S. 268) annahmen, die Nahrungsmittel in sich eine Säure erzeugten, sondern beweist vielmehr, wie der Magensaft das Laugensalz, namentlich im Fortgange der Verdauung, zu überwältigen vermag. So meinte denn schon Waläus (a. a. O.) die Auflösung der Speisen geschehe ohne Zweifel durch eine Säure; nach Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. S. 331) ist es die Essigsäure und Salzsäure des Magensaftes, welche bei der Verdauung geronnenen Eiweißstoff, Faserstoff, Käsestoff und Kleber, Zellgewebe, Häute, Sehnen, Knorpel und Knochen auflöst. Allein die Versuche, welche Beaumont neben der künstlichen Verdauung zur Vergleichung anstellte, haben dies widerlegt: Eiweiß gerann in

Magensaft wie in Essig, das Gerinnsel war aber nach 5 Stunden in jenem ganz aufgelöst, in diesem unverändert (Nr. 712. S. 206); 20 Gran gekauter Rinderbraten in ½ Unze Magensaft war nach 8 Stunden völlig aufgelöst in eine hellgraue Flüssigkeit mit etwas braunem Bodensatze, während von einer gleichen Portion in ½ Unze verdünnter Salzsäure und Essigsäure nur 11 Gran in eine rothbraune Flüssigkeit ohne Bodensatz aufgelöst waren; eben so war die Auflösung der Hausenblase in Säuren von der im Magensafte dem Grade und der Art nach verschieden. Ein gleiches Resultat erhielt Eberle (Nr. 713. S. 67 fgg.) bei Anwendung dieser Säuren im tropfbaren Zustande, wie in Dunstgestalt; gleichwohl mußte er sie zu Bereitung eines künstlichen Magensaftes benutzen. Die Nothwendigkeit einer freien Säure in letzterem erkannte auch Schwann (a. a. O. S. 93), indem die mit einer solchen bereitete Flüssigkeit ihre verdauende Kraft verlor, wenn sie durch kohlensaures Kali neutralisirt war; zugleich überzeugte er sich auch, daß die Auflösung von geronnenem Eiweiß oder Fleisch in Essigsäure und Salzsäure von der in künstlichem Magensafte dem Grade und der Art nach verschieden war (ebd. S. 70 fgg.). d) Außer dem Wasser, den Salzen und der freien Säure muß also noch ein anderer Stoff im Magensafte bei der Verdauung mitwirken. Nun sah Eberle (a. a. O. S. 75 fg.) bei Thieren, welche eine große Menge fester Substanz gefressen hatten, den Speiseballen mit einem grauweißen festen Schleime überzogen, der während der Verdauung secernirt war, durch größere, beinahe gallertartige Consistenz von anderem Schleime sich unterschied, und in Wasser aufgelöst gleich dem Magensafte verdauend wirkte; er nimmt demnach den Magenschleim als den zur Verdauung wesentlich mitwirkenden Stoff an (ebd. S. 160). Indessen treten dieser Annahme manche Bedenklichkeiten in den Weg. Der Schleim kann nicht völlig entwickelt als consistente, gallertartige Masse an der secernirenden Oberfläche hervortreten, sondern erst an dieser als Residuum der verdunstenden Flüssigkeit und Product ihrer Mischungsveränderung sich bilden (§. 820. A). So findet er sich am leeren Magen, und zwar neutral. Bei Reizung des Magens hingegen, besonders durch Nahrungsmittel, tritt

d.

der Magensaft als eine wasserhelle, tropfbare, saure Flüssigkeit hervor. Läßt man den Magensaft stehen, so schlägt sich Schleim aus ihm in Flocken nieder, und die darüber stehende Flüssigkeit ist nicht mehr so klebrig; eben so kann man den Schleim durch Filtriren vom Magensafte scheiden. Der Schleim ist also nicht in dessen Säure aufgelöst, wie er denn überhaupt in Säuren schwer und in Essigsäure gar nicht sich auflöst. Da er nun nicht durch ein Filtrum geht, so konnte auch die Verdauung von Nahrungsmitteln in leinenen Beutelchen (§. 941. c) nicht durch ihn, sondern durch den eingedrungenen flüssigen Magensaft bewirkt worden sein. So muß auch nach Schwann (a. a. O. S. 111 fg.) der Schleim im künstlichen Magensafte, wenn er sich darin findet, zersetzt und nicht bloß aufgelöst sein, da diese Flüssigkeit, auch wenn sie filtrirt ist, verdauend wirkt. e) Schwann (ebd. S. 116 fgg.) nimmt daher einen eigenen Verdauungsstoff, das Pepsin, an: einen Stoff, der in Wasser, verdünnter Salzsäure und in Essigsäure aufgelöst, durch Weingeist und Siedehitze zersetzt, durch essigsaures Blei, Sublimat und Gerbstoff niedergeschlagen, durch Laugensalze und Kaliumeisencyanur aber nicht gefällt wird. Um ihn darzustellen, soll man dem künstlichen Magensafte Kaliumeisencyanur zusetzen, die filtrirte Flüssigkeit durch kohlensaures Kali neutralisiren, durch Sublimat das Pepsin in Verbindung mit Osmazom niederschlagen, diese Stoffe durch zugesetzte Salzsäure und Zuleitung von Schwefelwasserstoffgas wieder auflösen und von dem zurückbleibenden Schwefelquecksilber scheiden, wo es nur noch darauf ankommen würde, das Osmazom vom Pepsin zu trennen (ebd. S. 126). Für letzteres soll die Milch ein Reagens sein, so nämlich, daß eine neutrale Flüssigkeit, welche Milch zum Gerinnen bringt und durch kurzes Aufkochen diese Eigenschaft verliert, als pepsinhaltig anzuerkennen ist (ebd. S. 130). Nach Valentin (Nr. 792. II. S. 200) ist der Verdauungsstoff dem flüssigen Eiweißstoffe nahe verwandt, und im Verhältnisse der entferntesten Bestandtheile vielleicht identisch mit ihm, wiewohl Hühnereiweiß, mit Säure versetzt, keine Verdauungskraft beweist. Das Lab oder der in den Krypten des Magens enthaltene verdauende Stoff ist nach Purkinje und Pappenheim (Nr. 196. L. S. 210) nicht flüchtig,

und behält, trocken oder in der Auflösung aufbewahrt, lange seine Kraft, wird aber durch die Hitze unwirksam; um die Verdauung zu bewirken, bedarf es nur des Zusatzes durch irgend eine Säure, oder der Entwickelung derselben durch Galvanismus. f) Gegen das Dasein eines besondern Verdauungsstoffs im Magen spricht aber der Umstand, daß man auch aus andern thierischen Theilen unter Zusatz von Säure eine dem künstlichen Magensafte ähnliche Flüssigkeit gebildet hat. Carminati (Nr. 755. S. 181) bereitete einen sauren künstlichen Magensaft durch 16stündige Digestion von 2 Drachmen Kalbfleisch mit 1 Unze Brunnenwasser und 5 Gran Kochsalz, gebrauchte jedoch diese Flüssigkeit nur zu therapeutischen Zwecken. Kalbfleisch, welches Montegre (Nr. 641. p. 37) in eine Mischung von ⅔ Speichel und ⅓ Weinessig gelegt hatte, schien erweicht, jedoch nicht ganz aufgelöst zu sein, zeigte aber nach 4 Monaten noch keine Spur von Fäulniß, während welches in reinem Speichel schon nach 24 Stunden in Fäulniß zu gehen anfing. Mehr als diese vorläufigen Versuche beweisen die folgenden Erfahrungen. Eberle (a. a. O. S. 78) fand, daß jeder Schleim, z. B. der aus der Nase, so wie jede Blasenhaut, mit Salzsäure oder Essigsäure verbunden, eben so verdaute, wie die Magenhaut. So erhält man nach Purkinje und Pappenheim (Nr. 196. L. S. 211) auch aus den meisten übrigen Darmhäuten, und aus dem Pankreas durch Zusatz von Säure einen wirksamen künstlichen Magensaft. Übrigens soll nach Schwann (a. a. O. S. 136 fgg.) das Pepsin nicht auf alle Nahrungsmittel, sondern nur auf Eiweißstoff und Faserstoff verdauend einwirken, dagegen Käsestoff, Gallert und Kleber durch die freie Säure des Magensaftes, und Stärkemehl durch den beigemischten Speichel verdaut werden. [Zusatz von Ernst Burdach. Die von Eberle entdeckte, besonders an geronnenem Eiweiß ersichtliche, verdauende Kraft der gesäuerten Magenschleimhaut ist nicht zu leugnen; es scheint jedoch auch allen andern animalischen Substanzen eine ähnliche, wenn auch viel geringere verdauende Kraft zuzukommen. Um dies zu constatiren, wurden verschiedene Theile von todten Hunden ganz so wie die Magenschleimhaut nach Eberles, Müllers und Schwanns Angabe

behandelt, nämlich sorgfältig ausgewaschen, getrocknet, dann mit dem vierfachen Quantum von Wasser, welches auf 1 Loth 6 Tropfen Salzsäure enthielt, übergossen, und 24 Stunden lang bei 32° R. digerirt. Zu den auf diese Art gewonnenen Verdauungsflüssigkeiten wurden nun je zwei würfelförmige Stücke Eiweiß, jedes 12 Gran schwer, gelegt und in dem Brütofen digerirt. Zur Vergleichung wurden eben solche Eiweißstücke in aus gesäuerter Magenschleimhaut gebildete Verdauungsflüssigkeit, ferner in destillirtes Wasser mit einem verhältnißmäßigen Zusatze von Säure, ferner in destillirtes Wasser ganz ohne Säure, endlich in ungesäuerten Speichel gethan. Es ergab sich nun Folgendes:

g. g) In der mit Magenschleimhaut bereiteten Verdauungsflüssigkeit waren die Eiweißwürfel nach 24 Stunden größtentheils durchsichtig und weich geworden, und nach 48 Stunden bis auf zwei kleine, zusammen 3 Gran wiegende, bräunliche Klümpchen aufgelöst.

h. h) In dem gesäuerten Wasser, welches selbst ganz klar blieb, waren die Eiweißstücke nach 48 Stunden noch ganz unverändert weiß und hart, nach 8 Tagen hart, aber etwas röthlich und zusammen noch 22 Gran schwer.

i. i) Das ungesäuerte Wasser zeigte nach 48 Stunden einen nicht unangenehmen Milchgeruch, und wurde durch eine Menge herumschwimmender weißer Flocken getrübt, welche sich von der Oberfläche des Eiweißes abgelöst hatten; nach 4 Tagen war der Geruch faulig, und das Wasser von jenen Flocken ganz weiß und trübe geworden, und es hatte sich Schimmel an dem Glase gebildet.

k. k) Ungesäuerter Speichel ging schon nach 48 Stunden in Fäulniß über, und war mit einer dicken Schicht von Schimmel überzogen; das Eiweiß war weiß und weich, und hatte von der Oberfläche weiße Flocken abgesetzt.

l. l) In der mit Muskelhaut des Hundemagens bereiteten Verdauungsflüssigkeit waren die Eiweißstücke nach 48 Stunden weich, mißfarbig und an den Rändern klar, und wogen 22 Gran; nach 8 Tagen sehr weich und bis auf 8 Gran aufgelöst. Eine noch viel stärkere verdauende Kraft war früher an der Muskelhaut vom Kalbsmagen wahrgenommen worden; bei dieser schien die künstliche Verdauung ganz eben so vollkommen vor sich zu gehen wie bei der Schleimhaut, und war nur darin ein Unterschied er=

sichtlich, daß die von ersterer bereitete Verdauungsflüssigkeit beim Aufbewahren sehr bald in Fäulniß überging, während die mit Schleimhaut bereitete sich wochenlang hält. m) In der mit Luftröhrenschleimhaut bereiteten Verdauungsflüssigkeit waren die Eiweißstücke nach 48 Stunden blaßgelb, aber wenig durchscheinend, und wogen nur 16 Gran; nach 8 Tagen eben so gefärbt, dabei sehr weich, und nur noch 10 Gran schwer. n) In der mit Lungensubstanz bereiteten Flüssigkeit erschienen die Eiweißstücke nach 48 Stunden gelblich, und an den Rändern durchscheinend, dabei nur 19 Gran wiegend; nach 8 Tagen waren sie braun gefärbt, ganz durchsichtig wie dunkler Bernstein oder Zuckerkand, und nur 14 Gran schwer. o) In der mit seröser Haut, nämlich mit dem Herzbeutel, bereiteten Flüssigkeit waren die Eiweißstücke nach 48 Stunden mißfarbig und 22 Gran schwer, nach 8 Tagen wenig durchsichtig, aber braun, sehr weich und nur 17 Gran schwer. Ein ganz gleiches Resultat lieferte die mit reinem Zellgewebe bereitete Verdauungsflüssigkeit. p) In der mit Lebersubstanz bereiteten Flüssigkeit erschienen die Eiweißstücke nach 48 Stunden sehr gebräunt, und 20 Gran schwer; nach 8 Tagen schwarzbraun, nicht sehr erweicht, auch nur an den Rändern durchscheinend, und 18 Gran schwer. q) In der mit der ganzen Harnblase bereiteten Flüssigkeit sahen die Eiweißstücke nach 48 Stunden mißfarbig und stellenweise ganz schwarz aus, und wogen 20 Gran; nach 8 Tagen waren dieselben ganz in eine der Gallert ähnliche Masse verwandelt, aber wogen in diesem feuchten Zustande noch 20 Gran. r) In der mit Speicheldrüsensubstanz bereiteten Flüssigkeit war das Eiweiß nach 48 Stunden mißfarbig röthlich und an den Kanten durchsichtig geworden, hatte aber nichts an Gewicht verloren; nach 8 Tagen sah dasselbe ganz schwarz aus, und war sehr weich und durchscheinend, wog aber in diesem feuchten Zustande noch 22 Gran. s) In der mit Stücken von willkührlichen Muskeln bereiteten Flüssigkeit waren die Eiweißstücke nach 48 Stunden bräunlich und etwas durchscheinend; nach 8 Tagen nicht auffallend weich, aber nur noch 17 Gran schwer. t) In der mit reiner Nervensubstanz bereiteten Flüssigkeit waren die Eiweißstücke nach 48 Stunden mißfarbig, aber nicht leichter geworden; nach

8 Tagen an den Kanten durchscheinend und erweicht, dabei aber noch 22 Gran schwer. u) Mehrere andere animalische Theile gaben ähnliche Resultate, weshalb sie hier nicht aufgeführt werden; immer wurde dabei bemerkt, daß die Auflösung um so langsamer vor sich ging, je mehr Fett in dem zur Verdauungsflüssigkeit gebrauchten Stoffe enthalten war. Daß in den oben angeführten Fällen ein wirklicher Verdauungsproceß vor sich gegangen war, wurde dadurch außer Zweifel gesetzt, daß sich in den verschiedenen Flüssigkeiten nach der theilweisen Auflösung des Eiweißes Osmazom und Speichelstoff auf die bekannte Art nachweisen ließ.]

u.

§. 944. Wenn durch eine krankhafte Verschließung des Pförtners der Übertritt des Speisebreies in den Darm gehindert ist, so erfolgt Abzehrung und Tod. Zu einer gehörigen Ernährung des Körpers ist also die Thätigkeit des Magens nicht ausreichend, sondern eine Mitwirkung des Darms erforderlich. Diese kann nun entweder in Weiterführung des Verdauungsproductes, oder in Fortsetzung des Verdauungsgeschäftes bestehen. a) Im erstern Falle wäre die Verdauung mit der Umänderung, welche die Nahrungsmittel im Magen erfahren haben, beendigt, und der Darm würde nur dazu dienen, vermöge seiner zahlreichern Lymphgefäße eine reichlichere Menge des zur Aufnahme in das Blut geeigneten Verdauungsproductes dahin zu leiten, so wie die hierzu untauglichen Stoffe auszuführen. Hiernach würde der Magen ohne Mitwirkung des Darms eben so viel Chylus bilden, aber nicht so viel davon an das Blut abliefern, und daher spärlicher ernähren. Man könnte für diese Ansicht die Fälle anführen, wo bei habituellem Erbrechen aller Nahrungsmittel das Leben 8 bis 20 Jahre bestanden haben soll (Nr. 95. VI. p. 337); indeß mag hier wohl ein Theil des Speisebreies in den Darm übergegangen sein, da man kein Beispiel kennt, wo ein Mensch bei völliger Verschließung des Pförtners durch bloße Magenverdauung so weit ernährt worden wäre, um ein halbes Jahr dabei leben zu können; auch sind dagegen die Fälle zu bedenken, wo durch bloße Darmverdauung das Leben einige Zeit gefristet worden ist, wie z. B. Layard (Nr. 172. 1750. p. 406) von einer Kranken berichtete, die nichts zu sich nehmen konnte und ein Vierteljahr lang bloß

a.

mit Klystieren von Fleischbrühe ernährt wurde. Krimer (Nr. 511. S. 65) schließt daraus, daß Frösche, denen er das ganze Gekröse abgeschnitten hatte, ohne abzumagern fortlebten, auf eine hier bloß vom Magen aus bewirkte Ernährung; indeß war der Darm unstreitig durch die Anastomosen seiner Gefäße mit dem unverletzt gebliebenen Magen lebendig erhalten worden, also auch im Stande gewesen zur Verdauung mit zu wirken. b) Während der Darm offenbar sehr reichlich einsaugt, da seine Ausleerungen bei längerem Verweilen des Speisebreies in ihm trockner sind, als bei dessen schnellerem Durchgange, muß er zugleich auch die begonnene Verdauung fortsetzen und auf gleiche Weise wie der Magen wirken, indem seine Secretion im Wesentlichen dieselbe ist. Magendie (Nr. 785. II. S. 100) fand das rohe Fleisch, welches er in den Gallendarm eines Hundes gebracht und mit einem Faden darin fest gehalten hatte, nach 3 Stunden schon zur Hälfte verdaut, und bemerkt, daß Menschen bei Desorganisation des Magens bisweilen längere Zeit leben, wo die Verdauung durch den Darm bewirkt worden sein muß. So ist es auch klar, daß bei manchen Thieren, z. B. körnerfressenden Vögeln und Pferden, die Nahrungsmittel im Magen wenig verändert und erst im Dünndarme in wirklichen Speisebrei verwandelt werden. c) Der Darm setzt aber die im Magen begonnene Verdauung nicht bloß durch eine gleiche Thätigkeit fort, sondern führt sie auch durch eine eigenthümliche Wirksamkeit weiter durch. Eine solche specifische Wirkung läßt sich schon erwarten, da eigenthümliche Flüssigkeiten, Galle und pankreatischer Saft, hier hinzutreten; und sie zeigt sich wirklich in der veränderten Beschaffenheit des Speisebreies und der Bildung des Chylus. Die Getränke verschwinden sehr schnell aus dem Magen, indem sie theils die Speisen tränken, theils in den Darm übergehen, theils und ganz vorzüglich von den Gefäßen eingesogen werden. Nach Magendie (Nr. 247. II. p. 125) verschwindet das Wasser bei unterbundenem Pförtner eben so schnell aus dem Magen als sonst, und bei der Schnelligkeit, mit welcher dies geschieht, ist, wie auch Eberle (Nr. 713. S. 167) bemerkt, an eine Assimilation nicht zu denken. Daß manche Flüssigkeiten hier unmittelbar in das Blut übergehen, wird schon

b.

c.

durch ihr baldiges Erscheinen im Harne (§. 840. g. 866. a) bewiesen; und wenn von dem mit Indigo oder Färberröthe gefärbten Wasser, welches Home (Nr. 165. I. p. 224 sq.) Hunden bei unterbundenem Pförtner in den Magen gesprützt hatte, nach einer halben Stunde zwei Unzen verschwunden waren, zeigten sich die Lymphgefäße des Magens weder gefärbt, noch auch nur gefüllt. Sie saugen, wie schon Haller (Nr. 95. VI. p. 338) angiebt, nur dünne, farblose Flüssigkeit ein, und so haben auch Brodie (Nr. 196. IV. S. 178), Fohmann (Nr. 732. S. 34) und Andere nie eine dem Chylus ähnliche Flüssigkeit in ihnen bemerkt; Tiedemann (Nr. 643. I. S. 193) fand sie bei Hunden, denen er vor 25 Minuten Milch gegeben hatte, von einer wässerigen, molkenähnlichen Flüssigkeit strotzend. Wir müssen es daher für einen Irrthum halten, wenn Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 124) angeben, daß hier schon Chylus sich vorfinde. Dieser erscheint offenbar erst in den Lymphgefäßen des Darms, in welchem also eine eigene, neue Umwandlung, oder wie man es schon längst ausgedrückt hat, eine zweite Verdauung (concoctio secunda) vor sich geht. Die Magenverdauung ist demnach nur eine Vorarbeit für die Bildung des Chylus, welche das Ziel aller Verdauung ist, und nach diesem Maaßstabe ist denn auch der wahre Werth der Erfahrungen über die sogenannte künstliche Verdauung fest zu stellen. Wenn Eberle (a. a. O. S. 164) bei dem großen Erfolge seiner Versuche mit künstlichem Magensafte es ausspricht, daß die Assimilation und Animalisation vorzüglich dem Darme vorbehalten ist, so verdient dieser Beweis von Unbefangenheit volle Anerkennung.

§. 945. Der Dünndarm ist die Stätte, an welcher die Verdauung ihre zweite Stufe erreicht. Im nüchternen Zustande etwas zusammengezogen, wird er von dem eingetretenen Speisebreie ausgedehnt, in Turgescenz versetzt und zu lebhaftern Bewegungen

a. angeregt. a) Dabei röthet sich seine Schleimhaut und beginnt reichlicher zu secerniren. Einfache mechanische Reize, wie Kieselsteine, verstärken diese Secretion nicht minder als chemische, z. B. Pfeffer (Nr. 643. I. S. 154) oder Salze (Nr. 95. VII. p. 101), oder dynamische (§. 838. b); im Normalzustande wirkt aber die er=

goßne Galle auf diese Weise, so daß man an den Stellen, mit welchen sie in Berührung getreten ist, mehr Darmsaft antrifft (Nr. 643. I. S. 90. 155. II. S. 148), und nach Auspressen der Gallenblase, besonders bei einem Thiere, welches lange nicht gefüttert worden ist, solche schleimige Feuchtigkeit reichlicher hervortreten sieht (Nr. 713. S. 314). Der Darmsaft enthält Schleim, Eiweißstoff, Osmazom, Speichelstoff (§. 820. C), und während der Verdauung freie Säure (ebd. c), wie dies Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. I. S. 154) und Schultz (Nr. 691. p. 39 sqq.) beobachteten; da er im nüchternen oder reizlosen Zustande neutral zu sein pflegt, und durch Vermischung mit einer größern Menge Galle neutralisirt wird, so zeigt sich die saure Reaction nicht in allen Fällen und an allen Stellen des Darms.

b. b) Die Galle fließt im nüchternen Zustande großentheils in die Blase, so daß man diese bei Leerheit des Magens und Gallendarms immer gefüllt findet. Zum Theil träufelt sie aber auch in den Darm; der obere Theil desselben ist daher immer mehr oder weniger gelb gefärbt; Acrel (Nr. 427. VIII. S. 36 fg.) sah bei einem widernatürlichen After, zu dessen Verheilung eine Zeit lang bloß ernährende Klystiere angewendet und außer kleinen Portionen von einem Safte mit Rheinwein keine Nahrungsmittel genossen wurden, anstatt des Kothes reine Galle aus der Wunde treten; und in einem ähnlichen Falle, den Lallemand (Nr. 167. p. 74) beobachtete, flossen des Morgens bei nüchternem Zustande 5 bis 6 Löffel voll durchsichtige, gelbliche, zähe Flüssigkeit aus, die eine Mischung von Darmsaft, Galle und pankreatischem Safte zu sein schien; bei Hunden fließt nach Magendie (Nr. 247. II. p. 16) die Galle absatzweise ein, so daß ungefähr zweimahl in der Minute ein Tropfen eintritt und über die Fläche des Darms sich ausbreitet. Während der Verdauung dauert dieser Zufluß aus der Leber, wahrscheinlich in vermehrtem Maaße, fort, und zugleich ergießt sich auch Galle aus der Blase, so daß man diese dann weniger voll oder auch ganz leer findet. Diese Entleerung beginnt nach Macdonald (Nr. 185. VI. S. 565) schon bei der Aufnahme von Nahrungsmitteln in den Magen, nach Bichat (Nr. 103. II. S. 208) erst beim Eintritte des Speise-

breies in den Darm. Sie beruht theils darauf, daß die Gallenblase durch den Druck des vollen Magens verengt wird, während sie im nüchternen Zustande hinlänglichen Raum findet sich zu füllen (Nr. 95. VI. p. 299); theils auf der bei Ausdehnung und Turgescenz des Gallendarms erfolgenden Erweiterung der Mündung des Gallenganges; theils endlich auf der vom Darme über die Gallenwege sich fortpflanzenden Reizung (§. 846. D), wodurch die Blase zur Zusammenziehung erregt wird (§. 793. r).

c. c) Den pankreatischen Saft sah Magendie bei Hunden seltener eintreten, oft erst alle Viertelstunden zu einem Tropfen, zuweilen

d. jedoch auch schneller zufließen. d) Der Speisebrei wird nach dem Zutritte der Galle gelb, und im Verlaufe des Dünndarms immer dunkler gefärbt; er wird homogener, und läßt die genoßnen Speisen immer weniger erkennen; er wird im Gallendarme flüssiger, und nach unten zu immer dicklicher; er riecht fade, süßlich, und enthält weißliche oder gelbliche Flocken und Streifen. [Zusatz von J. F. Dieffenbach. Die Stoffe, die ich aus künstlichen Aftern am obern Theile des Dünndarms austreten sah, hatten die Farbe des Grünspans, enthielten stets viele Luftblasen, Schleim, grünliche, zusammenhängende, wie sehr fein geschnittener Grünkohl aussehende Stückchen, und unverdaute Speisepartikelchen.] Die freie Säure vermindert sich im Laufe des Darms: sie erhält sich nach Haller (Nr. 95. VII. p. 53) und Magendie (Nr. 247. II. p. 103), und wird nach Emmert im untern Theile des Dünndarms nur schwächer. Nach Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. I. S. 349 fgg.) verschwindet sie in diesem Theile gewöhnlich, doch nicht immer (ebd. II. S. 220), ganz, sei es nun, daß an Stelle der Salzsäure die mildere Essigsäure hervortritt, indem jene das essigsaure Natrum der Galle zersetzt, mit dem Natrum sich verbindet und Essigsäure frei macht; oder daß sie mit freiem Natrum der Galle, welches jedoch bei Hunden nicht in merklicher Menge vorhanden ist, sich verbindet; oder daß die Secretion im untern Theile des Dünndarms alkalisch bleibt; oder daß sich aus der Nahrung durch angehende Fäulniß Ammonium entwickelt; oder daß die freie Säure eingesogen und in den Gekrösknoten durch eine alkalische Secretion aus dem Blute gebun=

den wird. Erfahrungsmäßig ist aber nur, daß die freie Säure des Speisebreies nach dem Zutritte der Galle sich allmählig verliert. So neutralisirte z. B. Prout (Nr. 208. XXVIII. S. 227) den Speisebrei aus dem Magen eines Kaninchens durch Zusatz von Galle; übrigens fand er im Speisebreie des Gallendarms vom Ochsen eine sehr schwache Spur von Säure, in dem von Hunden, Kaninchen und Schleihen keine; der vom Ochsen und von Hunden, die mit Brod gefüttert waren, coagulirte die Milch, was bei dem von Hunden, die Fleisch bekommen hatten, bei Kaninchen und Schleihen nicht der Fall war. Der aus der Milch im Magen niedergeschlagene Käsestoff ist im Dünndarme wieder verflüssigt. Nach Werner ist der im Magen fluidisirte Eiweißstoff hier wieder durch Säuren zur Gerinnung zu bringen. Nach Tiedemann und Gmelin ist die als Nahrung aufgenommene Gallert zerlegt, das Stärkemehl in Zucker verwandelt, und die Knochensubstanz ihrer Gallert beraubt. e) Dieselben Beobachter (Nr. 643. I. S. 354 fgg.) fanden im Speisebreie des Dünndarms auch bei pflanzenfressenden Thieren Eiweißstoff, und lassen es dahin gestellt sein, ob er vom Darmsafte und pankreatischen Safte herrührt, oder durch die Einwirkung der käsestoffartigen Materie aus stickstofffreier Substanz gebildet worden ist; sie bemerkten übrigens (ebd. II. S. 148), daß er im untern Theile des Dünndarms abnimmt und am untern Ende fehlt. Emmert (Nr. 184. VIII. S. 176) hingegen fand bei Pferden im obern Theil des Dünndarms keinen, im untern Theile aber welchen, der zwar durch Hitze nicht fest gerann, aber mit Kali gekocht, beim Zusatze einer Säure einen schwachen hepatischen Geruch gab. Treviranus (Nr. 100. IV. S. 474) schlug durch Weingeist aus dem Speisebreie eines mit Gerste gefütterten Huhns welchen nieder, und leitete ihn von der Galle her. Prout (a. a. O.) kochte den Speisebrei mit Essigsäure, und setzte der filtrirten Auflösung blausaures Kali zu: bei einem mit Vegetabilien gefütterten Hunde blieb dies ohne Wirkung, bei einem andern aber, der mit Fleisch gefüttert war, schlug sich Eiweißstoff nieder, der 0,013 des Speisebreies betrug; bei Kaninchen, die Kleien und Hafer bekommen hatten, zeigte sich im Anfange des Dünndarms sehr

wenig Eiweißstoff, 6 Zoll vom Pförtner mehr, 24 Zoll davon kaum noch merklich, und im untern Theile des Dünndarms keiner mehr; war aber das Thier später nach dem Fressen geöffnet, so war er im Gallendarme und im ganzen Dünndarme reichlich, an dessen Ende jedoch nur in geringer Menge vorhanden; so war auch bei einer Taube in der Nähe des Pförtners etwas Eiweißstoff, der bis 6 Zoll davon zunahm, von da an aber bis 12 Zoll davon abnahm; bei einer Schleihe war nicht im Anfange des Darms, sondern erst weiter nach unten, welcher zu finden. f) Auch glaubte Prout eine Spur von anfangendem Faserstoffe zu erkennen, indem der Speisebrei des Gallendarms an der Luft zäher und fester, nach 1 bis 2 Stunden aber wieder dünnflüssig wurde. g) Tiedemann und Gmelin (a. a. O. I. S. 354. II. S. 148. 221) fanden noch eine dem Käsestoffe ähnliche Materie, Osmazom und Speichelstoff, welche Stoffe gleich dem ebenfalls dem Speisebreie beigemischten Speichel von den Secretionen herrühren konnten. h) Ein Theil der dem Speisebreie beigemischten Galle hat, wie namentlich Prout (a. a. O.) darthut, die Säure des Speisebreies neutralisirt, und durch die Verbindung mit derselben an Löslichkeit in Wasser verloren und mehr die Beschaffenheit eines Harzes angenommen. i) [Zusatz von Ernst Burdach. Sechs Stunden nach Fütterung mit Kartoffeln wurde einem Kaninchen der Speisebrei aus dem Magen genommen, und mit Wasser verdünnt, dann Kali bis zur Sättigung der Säure zugesetzt, und das Ganze filtrirt. Von der durchs Filtrum gegangenen, etwas trüben Flüssigkeit wurde ein Theil stark erhitzt, der andere erhielt einen Zusatz von Schwefelsäure; in beiden Portionen bildete sich danach etwas in der Flüssigkeit schwimmendes Gerinnsel von hellgelber Farbe, welches für Eiweißstoff erkannt werden mußte. Bei Hunden, die mit Brod gefüttert worden waren, wurde dasselbe Experiment mehrmals vorgenommen, aber weder durch Hitze, noch durch Sublimat, noch durch Säure gelang es, Eiweißstoff in dem Speisebrei des Magens sichtbar zu machen. In dem Chymus des Dünndarms dagegen wurde eben so wohl bei Hunden als bei Kaninchen Eiweißstoff deutlich erkannt. Wurde Chymus, sei es aus dem Magen oder aus dem Dünndarme, und gleich viel ob von Hunden oder von Kaninchen, ver=

dünnt, und dann einer mäßigen Hitze ausgesetzt, so blieb nach dem Abdampfen ein braungefärbter trockner Rückstand, welcher zum geringeren Theile von Weingeist, zum größeren von Wasser aufgelöst wurde; sowohl in der weingeistigen als in der wässerigen Auflösung brachte der Zusatz von Galläpfeltinctur weiße Flocken hervor; es war also Osmazom und Speichelstoff gebildet worden. Die Menge der letztgenannten Stoffe erschien nach dem Abdampfen der Flüssigkeit immer in dem Chymus des Dünndarms verhältnißmäßig größer, als in dem des Magens, doch konnte das Verhältniß nicht bestimmt werden, da nicht zu ermitteln war, wie viel von dem Contentum des Magens wirklicher Chymus, und wie viel nur Speiseüberrest war.] k) Die Gründe, welche für eine Bildung von Fett in den Verdauungsorganen sprechen, wollen wir weiter unten (§. 950. k) zusammenstellen. k.

§. 946. Der Dickdarm bezeichnet die dritte Stufe der Verdauung, und a) steht dem Dünndarme in Hinsicht auf Verdauungsthätigkeit nach. Er ist weniger gefäßreich, hat keine vollkommnen Zotten, röthet sich nicht bei der Aufnahme von Speisebrei, und tritt mit diesem nicht in so vielfache und innige Berührung, da er vermöge seiner Weite und Kürze ihn nicht so genau umschließt, und ihm nicht so viel Fläche darbietet. Seine Bewegung ist weniger ein Hülfsmittel der Verarbeitung des Speisebreies, als auf allmählige Leitung zum After gerichtet, wobei auch eine Ansammlung gestattet ist: außerdem, daß er bei größerer Weite schwächere Ringfasern besitzt, wird er durch die in einzelnen Strängen vereinten Längenfasern verkürzt, so daß Zellen entstehen, in welchen der Speisebrei sich anhäufen kann; dasselbe ist der Fall in seinen rechtwinkligen Umbeugungen, namentlich in der linken Kurvatur, während seine sackförmige Ausstülpung, der Blinddarm, den Speisebrei nothwendig zurückhält; endlich ist auch sein größter Theil dicht an die Bauchwand geheftet und wenig beweglich, indem das äußere Blatt des Gekröses vom auf- und absteigenden Grimmdarme sehr kurz ist. b) Indeß saugt er ziemlich lebhaft ein: außerdem daß in Klystieren beigebrachte narkotische Substanzen betäuben und andere, besonders harzige Stoffe sich im Harne wieder finden u. s. w., werden öfters ganze Kly- a. b.

stiere eingesogen, und eben so kann man bei Diarrhoe zuweilen durch willkührliche Anstrengung die Ausleerungen zurückhalten, so daß nachher nur fester Koth abgeht. Auch können nährende Klystiere das Leben einige Wochen oder Monate fristen, und nach den Erfahrungen von Hood kann selbst im Mastdarme eine der Magenverdauung ähnliche Umwandlung von Nahrungsmitteln vor sich gehen (§. 955. a). Endlich findet man auch in den Lymphgefäßen des Dickdarms Chylus, der von dem des Dünndarms nicht verschieden zu sein scheint (Nr. 95. VII. p. 177). [Zusatz von J. F. Dieffenbach. Bei widernatürlichem After schien die durch denselben eingesprützte flüssige Nahrung verdaut zu werden, durch den After eingesprützte wenig oder gar nicht, Bouillon vielleicht; Milch ging oft erst nach 3 bis 4 Tagen in großen geronnenen Klumpen mit der gewöhnlichen Ausleerung dicker, zäher Schleimmassen ab. Die durch den natürlichen After gemachte Injection lief durch den widernatürlichen wieder heraus, wenn dieser an einer tiefern Stelle seinen Sitz hatte.] c) Wenn der Dickdarm Speisebrei aufgenommen hat, so tritt in seiner Secretion freie Säure auf, wie im Magen und im Dünndarme. Mayer (Nr. 196. XXVI. S. 228) sah bei jungen Hunden und Katzen die im untersten Theile des Dünndarms verschwundene Säure vom Blinddarme an bis zum Mastdarme wieder eben so stark entwickelt, wie im Magen; und Fohmann (Nr. 732. S. 52 fgg.) erhielt beim Drucke auf die im Anfange des Dickdarms fleischfressender Thiere zahlreichen Krypten einen sauer reagirenden Saft. Am stärksten ist diese Reaction im Blinddarme, wo sie schon Viridet bei Kaninchen bemerkte, in deren Dünndarme sie fehlte. Tiedemann und Gmelin (Nr. 222. S. 57. Nr. 643. I. S. 160. 370. 373. II. S. 148) bestätigten dies durch Beobachtungen an verschiedenen Thieren, und betrachteten hiernach gleich Treviranus (Nr. 100. IV. S. 476) den Blinddarm als ein Analogon des Magens, besonders bei Pflanzenfressern. Schultz (Nr. 691. p. 37 sq.) fand den Saft des Blinddarms bei Kaninchen, Schafen und Ochsen im nüchternen Zustande neutral oder selbst alkalisch, einige Stunden nach der Fütterung aber sauer, Ähnliches beobachtete auch Eberle (Nr. 713.

S. 348). Der Wurmfortsatz wurde, weil sein Verlust keinen merklichen Nachtheil für das Leben nach sich zieht, für ein Embryonenorgan gehalten (Nr. 95. VII. p. 119); er ist aber nichts als eine in die Länge gezogene Krypte, welche sauren Darmsaft secernirt und in den Blinddarm ergießt (ebd. p. 54. 121). d) Bei Thieren, welche von vegetabilischer oder gemischter Nahrung leben, ist der Blinddarm stärker entwickelt als bei fleischfressenden: dies deutet darauf hin, daß er vorzüglich die nur durch mehrere Stufen der Verdauung assimilirbaren Substanzen, so wie die mit vielen unassimilirbaren Theilen gemischten nahrhaften Stoffe verdaut, überhaupt aber die im Speisebreie noch enthaltenen verdaulichen Stoffe auszieht und zur Chylusbildung umwandelt. Bei Substanzen, welche der Verdauung widerstreben, tritt hier eine sehr reichliche Secretion ein: bei Eseln, die nach zweitägiger Entziehung von Futter und Wasser eine Unze Rhabarberpulver bekommen hatten, fand Home im Magen eine gallertartige mit Rhabarber vermischte Masse, den Dünndarm leer, im Blinddarme und Grimmdarme aber mehrere Quart Flüssigkeit mit Rhabarber. Die Verdauung wird auch hier durch die freie Säure vermittelt: denn nach Schultz (a. a. O. S. 41) ist diese im Blinddarme um so stärker entwickelt, je größer die Menge verdaulicher Stoffe in der noch nicht verdauten Nahrung ist; sie war sehr stark bei Ratzen, die Fett gefressen hatten, welches im Dünndarme wenig verdaut war; bei Kaninchen nach Fütterung mit Hafer und bei Ochsen nach Fütterung mit Mehl stärker als wenn diese Thiere Gras gefressen hatten; und während sie bei Fleischfressern sonst schwach ist, war sie bei einem Hunde, der viel Kartoffeln gefressen hatte, stark entwickelt. — Nach Eberles (a. a. O.) Theorie verbindet sie sich zum Theil mit dem vom Dünndarme herrührenden kohlensauren Alkali, und entwickelt kohlensaures Gas; zum Theil löst sie die noch lösbaren Stoffe auf, die mit dem Eiweißstoffe des Blinddarmsaftes sich mischen und eingesogen werden. e) Wir dürfen annehmen, daß die Galle auch hier ihre Wirksamkeit äußert: ein Theil derselben hat die Säure des Speisebreies im Dünndarme neutralisirt und dabei sich zersetzt; die übrige ist noch unzerlegt dem Speisebreie beigemengt, und

d.

e.

kann nun, nachdem im Blinddarme wieder Säure aufgetreten ist, hier von Neuem auf den sauren Speisebrei einwirken. Wir erkennen also mit Schultz (a. a. O. p. 88) eine wiederholte Säurung und durch Galle erfolgende Neutralisation im Blinddarme an, welche, wenn auch in geringerem Maaße, im übrigen Dickdarme sich fortsetzt. Wenn aber Schultz diese beiden Momente an zwei verschiedene Zeiträume verweist, und annimmt, die Grimmdarmklappe sei bestimmt, die Galle vom Blinddarme so lange zurückzuhalten, bis der Speisebrei in diesem völlig gesäuert sei (ebd. p. 89); die Umwandlung im Dickdarme bilde nach der im Magen und Dünndarme die zweite Periode der Verdauung, und stehe mit der erstern im Antagonismus, werde also durch diese gestört, indem nach Aufnahme neuer Nahrung die Galle auf den frisch gebildeten Speisebrei verwendet und somit verhindert werde, in den Blinddarm abzufließen (ebd. p. 18); es dürfe also nicht früher gegessen werden, als bis die Verdauung im Blinddarme beendigt sei, diese aber gehöre der Nacht, so wie die Magenverdauung dem Tage an, und daher gingen die des Abends genoßnen Speisen unverdaut ab (ebd. p. 88—92), — so sind dies Hypothesen, welche durch die Erfahrung nicht gerechtfertigt werden. Denn daß unvermischte Galle im normalen Zustande durch den ganzen leeren Dünndarm fließe, von der Grimmdarmklappe an ihrem Eintritte in den Blinddarm gehindert, und dann erst durch ein erfolgendes Nachgeben dieser Klappe zugelassen werde, läßt sich mit keinem Resultate der Beobachtung vereinen. Wir müssen vielmehr die Veränderung, welche der Speisebrei im Dickdarme erfährt, mit Eberle als das dritte Stadium der Verdauung, oder als Wiederholung der Dünndarmverdauung (mit dem Unterschiede, daß nicht wie bei dieser gesäuerter, sondern durch Galle neutralisirter von von Neuem zu säuernder Speisebrei zutritt) anerkennen.

f. f) Der Speisebrei nimmt im Dickdarme die Beschaffenheit des Kothes, die schon im untern Theile des Dünndarms begonnen hatte, immer mehr an, wird mehr braun, dicklich und übelriechend. Nach Prout (a. a. O.) ist der beigemischte Gallenstoff zum Theil in vollkommnes Harz verwandelt. Der Eiweißstoff, der im untern Theile des Dünndarms ver=

schwunden war, zeigt sich nach Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. I. S. 371) im Blinddarme wieder. Nach Eberle (a. a. O.) entwickelt sich hier Ammonium, und finden sich daher mehr Salze, welche die zu große Zersetzung und Fäulniß hindern sollen.

Die Verdauungsproducte.

§. 947. Die Erzeugnisse der Verdauung scheiden sich in solche, die durch den Darm ausgeführt, und solche, die in das Gefäßsystem aufgenommen werden. Zu jenen excrementitiellen gehören Gase und Koth. a) Wir haben bereits (§. 817. c) Erfahrungen angeführt, welche beweisen, daß Gase in den Verdauungsorganen secernirt werden können, so wie andere, welche für eine Gasentwickelung aus den Nahrungsmitteln sprechen, die auch nicht fehlen kann, wenn letztere bei der Einwirkung der Verdauungssäfte eine Zersetzung erleiden. Magendie (Nr. 247. II. p. 106) sah aus dem Speisebreie im Gallendarme unterhalb der Mündung des Gallenganges Luft sich entwickeln. Prout (Nr. 208. XXVIII. S. 207. 209) fand im Anfange des Gallendarms viele Luftblasen im Speisebreie, die ihm von einem Aufbrausen desselben bei seinem Eintritte in den Darm herzurühren schienen, und er erklärt (ebd. S. 227), daß diese Gasentwickelung von der Zumischung der Galle und des pankreatischen Saftes abhänge; selbst bei der sogenannten künstlichen Verdauung steigen Luftblasen auf. Die in den Verdauungsorganen entwickelte Luft kann durch Ausdehnung derselben mechanisch, so wie vermittelst der Reizung der Darmmuskeln die Fortbewegung des Speisebreies fördern. Sie scheint aber im Normalzustande zum Theil wieder gebunden zu werden, da sie in zu großer Menge erscheint, wenn die Verdauung nicht mit gehöriger Kraft vor sich geht, weil entweder das Organ an Schwäche und Schlaffheit leidet, oder zu viele, oder erschlaffende, oder schwer verdauliche Nahrungsmittel genossen worden sind. b) Chevillot (Nr. 423. 2. Serie. V. p. 286) untersuchte die Luftarten in den Verdauungsorganen von Personen, die an Krankheiten verstorben waren, und fand hier Stick-

a.

b.

gas für immer, und, namentlich bei Alten und nach chronischen Krankheiten, in größter Menge, zuweilen 0,99 betragend. Nächstdem kam kohlensaures Gas immer und am reichlichsten, bisweilen zu 0,92, vor, besonders bei jungen Leuten, nach hitzigen Fiebern und Brustkrankheiten. Wasserstoffgas kam nicht immer vor, und war bei jungen robusten Subjecten am reichlichsten. Auch Sauerstoffgas fehlte zuweilen. Gekohltes und geschwefeltes Wasserstoffgas waren am seltensten. c) Was die einzelnen Abtheilungen des Verdauungsorgans anlangt, so stellte Chevreul (Nr. 181. 1816. p. 129) Untersuchungen darüber an Leichnamen hingerichteter junger Männer an. Bei dem einen, der 1 bis 2 Stunden vor der Hinrichtung Brod, Käse, Wasser und Wein zu sich genommen hatte, betrug im

c.

	Magen	Dünndarm	Dickdarm
Stickgas	7145	2008	5103
Kohlensaures Gas	1400	2439	4350
Sauerstoffgas	1100	0	0
Wasserstoffgas	355	5553	0
Kohlenwasserstoffgas	0	0	547

Bei einem zweiten nach gleicher Mahlzeit im

	Magen	Dickdarm
Stickgas	885	1840
Kohlensaures Gas	4000	7000
Sauerstoffgas	0	0
Wasserstoffgas	5115	0
Kohlenwasserstoffgas	0	1160

Bei einem dritten, der 4 Stunden vor seinem Tode Rindfleisch, Linsen, Brod und Wein genossen hatte, im

	Dünndarm	Blinddarm	Mastdarm
Stickgas	6660	6750	4596
Kohlensaures Gas	2500	1250	4286
Sauerstoffgas	0	0	0
Wasserstoffgas	840	750	0
Kohlenwasserstoffgas	0	1250	1118

Chevillot fand Sauerstoffgas am häufigsten im Magen und am seltensten im Dünndarme, Wasserstoffgas im Dickdarme nicht

reichlicher als im Dünndarme; während früher Moscati (Nr. 193. VIII. 2. St. S. 83) im Dickdarme viel Wasserstoffgas und im Gallendarme mehrmahls fast reines kohlensaures Gas angetroffen hatte. Bei einem mit Fleisch gefütterten Hunde enthielt nach Leuret und Lassaigne (Nr. 642. S. 151) die Luft im

	Dünndarm	Dickdarm
Stickgas	60	45
Kohlensaures Gas	30	15
Gekohltes Wasserstoffgas	10	40

Im Pansen von Schafen entwickelt sich nach Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. I. S. 315) viel Schwefelwasserstoffgas, und zwar vielleicht bei Zersetzung des in den Kräutern vorkommenden Klebers oder Eiweißstoffs.

§. 948. Überall, wo Verdauungsorgane vorhanden sind, bleibt ein Rückstand von Nahrungsmitteln, der, gemischt mit secernirten Stoffen, als Koth, ausgestoßen wird. a) Die tägliche Kothausleerung eines erwachsenen Menschen beträgt ungefähr 5 Unzen und 0,05 bis 0,00 der genoßnen festen und flüssigen Nahrungsmittel (§. 840. A), so daß von diesen 0,90 bis 0,95 in das Blut aufgenommen werden, um bei sich gleich bleibendem Gewichte des Körpers den durch Harnabsonderung und Ausdünstung erlittenen Verlust zu ersetzen. Die Proportion der Kothausleerung zu den genoßnen Speisen und Getränken, nach Unzen gerechnet, war nach Gorter 8 : 91 = 1 : 11, nach Hartmann 6 bis 7 : 80 = 1 : 11 bis 13, nach Robinson in der Jugend 5½ : 86 = 1 : 15, und im Alter 3½ : 58 = 1 : 16, nach Keil 5 : 75 = 1 : 15, nach Home 3½ : 67 = 1 : 18 (Nr. 95. V. p. 62 sqq.), nach Dalton (Nr. 244. LIV. p. 272 sqq.) im Winter 5 : 91 = 1 : 18, und im Sommer 4⅓ : 90 = 1 : 20. Die Proportion zu den genoßnen Speisen ist ungefähr 1 : 7 oder 1 : 8, so daß also von diesen 0,85 oder 0,87 in das Blut übergehen. Bei kräftiger Verdauung und lebhafter Einsaugung, so wie bei wenigen und sehr nahrhaften Speisen und Getränken ist die Darmausleerung verhältnißmäßig geringer. So ist sie bei fleischfressenden Thieren nicht so reichlich und häufig wie bei pflanzenfressenden Thieren. Ein Pferd, an

welchem Boussingault (Nr. 803. VII. p. 1157) Beobachtungen anstellte, gab täglich 14250 Grammen Koth, während es 25770 Grammen Nahrung (7500 Heu, 2270 Hafer, 16000 Wasser) bekommen hatte; das Verhältniß war demnach 1 : 1,80; an fester Substanz nach Abzug des Wassers wurden durch den Darm ausgeleert 3525, und in der Nahrung aufgenommen 8392 Grammen, so daß die Proportion 1 : 2,38 war. Ein Mastochse wird nach Thaer (Nr. 201. IV. S. 369) bei 40 Pfund Futter täglich um 2 Pfund schwerer, gewinnt also an animalischer Substanz 0,05 der festen Nahrung, den Ersatz der durch Harn und Ausdünstung verlornen Materie abgerechnet. Bei den Pflanzen verhält sich die Ausdünstung zur Einsaugung nach Woodward wie 1 : 1,01 bis 1,02, nach Senebier gewöhnlich wie 1 : 1,50, bisweilen 1 : 4,00, an heißen Tagen aber wie 1 : 1,15. b) Der Koth hat bei jeder Thiergattung eine eigenthümliche Beschaffenheit, die Nahrung mag sein, welche sie wolle: er ist z. B. bei Rindern breiig und braungrün, bei Pferden fester, geballt und braungelb, bei Schafen trocken, kuglig und schwarzbraun. So ist es auch klar, daß er nicht aus den Nahrungsmitteln durch bloßes Verweilen derselben im Darmcanale, sondern durch die Zersetzung derselben unter dem Einflusse der Verdauungssäfte sich bildet: denn bei Winterschläfern findet man das vor einigen Monaten in den Magen aufgenommene Futter nicht in Koth verwandelt, während der Speisebrei bei längerem Aufenthalte im Dünndarme unter fortdauernder Verdauungsthätigkeit ganz die Beschaffenheit des Kothes annimmt (Nr. 95. VII. p. 51. 221). Letzterer ist daher auch nicht in wirklicher Fäulniß begriffen, nähert sich jedoch derselben mehr oder weniger, besonders nach zu reichlicher Nahrung überhaupt und animalischer insbesondere. c) Haller (Nr. 95. VII. p. 54) führt Beispiele an, wo sich eine Säure im Kothe gezeigt hat, und Vauquelin behauptete, daß diese beim Menschen immer vorhanden sei. John und Emmert hingegen beobachteten Alkalescenz. Thaer und Einhof fanden den Koth bei Kühen, Leuret und Lassaigne bei Schafen neutral; so ist er nach Schultz (Nr. 691. p. 22) auch beim Menschen gewöhnlich, bisweilen aber sauer und bei

vieler Galle alkalisch. Er enthält d) unzersetzte Überreste von Speisen (§. 866. e), namentlich alles Epidermatische und überhaupt der Verdauung schlechthin Widerstrebende: so ist er beim fliegenden Eichhörnchen, welches von Knospen und Sprossen der Birken und Fichten lebt, so reich an Harz, daß er mit heller Flamme brennt (Nr. 100. IV. S. 480); von Kartoffeln enthielt er nach von Manen Pflanzenfaser, Gummi, Essigsäure, schwefelsaures Kali und Kalk, phosphorsauren Kalk, Alaun und Eisen; der Koth von Rindern und Pferden, deren Nahrung in Salzpflanzen besteht, wird mit Nutzen zur Gewinnung von Salmiak verwendet. e) Viele Bestandtheile der Nahrungsmittel, namentlich organische Substanzen, sind verschwunden, wie denn z. B. von Manen bei Hunden, die mit Kartoffeln gefüttert waren, von deren Bestandtheilen das Stärkemehl, das Harz und den Extractivstoff vermißte, und im Kothe der von Braconnot (Nr. 685. XVII. p. 380) mit Ochsenherzen gefütterten Nachtigallen weder Faserstoff, noch Eiweißstoff, noch Osmazom sich vorfand. f) Andere Bestandtheile der Nahrungsmittel erscheinen umgewandelt und in andern Verbindungen: so war nach letzterer Beobachtung der Schwefel des Eiweißstoffs und Faserstoffs vom Ochsenherzen in schwefelsaures Kali verwandelt, und aus dem milchsauren Kali die Milchsäure frei geworden. g) Einen bedeutenden Antheil haben ferner die beigemischten secernirten Säfte; daher giebt abgemagertes und entkräftetes Vieh, bei welchem die Secretionen weniger gehaltreich sind, nicht so kräftigen und so stark animalisirten Dünger (Nr. 201. I. S. 273). Die Galle ist es besonders, welche dem Kothe seinen Charakter giebt: gekauter Braten und Eiweiß, 12 Stunden lang mit Galle digerirt, hatte nach Berzelius den Geruch von frischem Kothe angenommen. In letzterem kommt unzersetzte Galle, Eiweißstoff und Schleim vor. h) Die secernirten Flüssigkeiten sind nicht minder als die genoßnen Nahrungsmittel zum Theil umgewandelt. Aus beiderlei Flüssigkeiten entstehen Niederschläge: nach ausschließlichem Genusse von Milch (Nr. 95. VII. p. 181) oder Fleischbrühe und weichen Eiern (Nr. 451. III. p. 100), so wie nach langer Entziehung von Nahrungsmitteln geht zuweilen fester Koth ab;

d.
e.
f.
g.
h.

die bloßen Darmsäfte mit Galle werden im Dickdarme zu Koth (Nr. 247. II. p. 17), wie dies beim Embryo der Fall ist; bei Kranken, wo der ganze Speisebrei durch einen widernatürlichen After abging, wurde alle 5 oder 6 Monate der im Dickdarme angehäufte Schleim als ein dicker und sehr harter graulicher Pfropf durch den natürlichen After ausgeleert (Nr. 167. p. 85). Ein Theil der Galle ist in Gallenharz verwandelt, welches nach Berzelius dem durch Säuren niedergeschlagenen im Wesentlichen ähnlich ist. Außerdem finden sich eigenthümliche Substanzen vor, welche sich bei der chemischen Wechselwirkung der Verdauungssäfte unter einander und mit den Nahrungsmitteln gebildet haben, deren Bildungsproceß aber unbekannt ist. —

i. i) Berzelius (Nr. 575. S. 259) fand nach dem Genusse von Brod und Fleisch im Menschenkothe nach Tausendtheilen gerechnet 753 Wasser, 57 in Wasser lösliche Substanzen (9 Galle, 9 Eiweiß, 27 eigenthümlichen Extractivstoff und 12 Salze) und 190 unlösliche (70 Rückstand von den Speisen, 120 Schleim, Gallenharz, Gallenfett und eine eigenthümliche thierische Materie). Die Analyse des Kothes von Kühen gab nach

	Einhof	Morin	Penot	Zierl
Wasser	6190	7000	6358	7500
Pflanzenfaser . . .	1560	2408	2693	1410
Blattgrün . . .	940	—	28	—
Moderartiges grünes Satzmehl mit Eiweißstoff und Schleim	—	—	—	830
Gallenstoffe und Salze	240	—	—	—
Unzersetzte Galle . .	—	160	—	—
Bitterstoff . . .	—	—	74	—
Gallenharz mit Gallensüß	—	—	93	—
Gallenstoff mit Eiweißstoff	—	160	—	—
Gallenharz u. Gallenfett	—	152	—	—
Gallensüß mit Salzen	—	—	—	111
Gallenstoff mit Extractivstoff	—	—	—	109
Eiweißstoff . . .	—	40	63	—
Salze, Erden, Metall	—	—	145	—
Sand	110	—	—	—

Zierl erhielt bei Analyse des Koths von	Pferden	Schafen
Wasser	690	670
Reste von Nahrung	202	140
Moderartiges grünes Satzmehl ꝛc. . .	63	128
Gallensüß mit Salzen	20	34
Gallenstoff mit Extractivstoff . . .	17	19
Verlust	8	9

§. 949. Das aufzunehmende Verdauungsproduct A) ist bei den wirbellosen Thieren wegen des Mangels an Lymphgefäßen im Ganzen genommen nicht genau zu unterscheiden. Indessen bemerkte Schweigger (Nr. 125. S. 352) in der Verdauungshöhle von Polypen und in den Canälen, durch welche die verschiedenen Individuen eines Stockes unter einander verbunden sind, eine milchige Feuchtigkeit, die man dafür halten konnte: bei Sertularien sah er in den Canälen eine körnige Materie, von gleicher Substanz wie das Thier selbst, in lebhafter Bewegung auf und absteigen. Bei den Insecten geht es entweder gar nicht oder doch nicht unmittelbar in das Blut, sondern findet sich als eine klebrige, dickliche, weißliche oder grünliche, oder bräunliche Feuchtigkeit theils zwischen den Membranen des Verdauungsorgans, theils in dem dasselbe einschließenden Gewebe, dem sogenannten Fettkörper, so daß es sich als Chylus (Speisesaft) erkennen läßt: es ist nach Ramdohr (Nr. 346. S. 61) und Rengger (Nr. 268. S. 14 fg.) eine unschmackhafte, neutrale, mit Wasser mischbare, durch Wärme, Weingeist und Säuren coagulable, eiweißstoffige Substanz, in welcher man unter dem Mikroskope kleine Kügelgen entdeckt. Bei den Wirbelthieren ist der Chylus in den Lymphgefäßen des Verdauungsorgans enthalten. a) Hier erscheint er bei den Mammalien ungefähr 2 bis 6 Stunden nach der Aufnahme von Nahrung (Nr. 95. VII. p. 63. Nr. 642. p. 158); doch ist er in den ersten 4 Stunden oftmahls noch nicht zu finden (Nr. 247. II. p. 106). b) Haller (Nr. 95. VII. p. 233) schätzte die Quantität, welche bei dem Menschen täglich gebildet wird, nach der bei Verwundungen des Lymphstammes ausfließenden Menge auf 4 bis 8 Unzen, was nach Obigem (§. 948. a) offenbar zu gering ist. Magendie (Nr. 247. II. p. 164) sah bei Hunden von gewöhnlicher Größe aus dem nach dem Fressen

A.

a.

b.

geöffneten Lymphstamme in 5 Minuten eine halbe Unze, also in einer Stunde 6 Unzen ausfließen, und da dies mehrere Stunden anhielt, so konnte leicht über 1 Pfund in das Blut gelangen. Lieberkühn (Nr. 742. p. 20. 27) schätzte die Zahl der Darmzotten des Menschen auf eine halbe Million, und die Höhle des Lymphgefäßes in jeder auf 1/5 Kubiklinie; da er nun an lebenden Thieren den Darm in der Minute zweimahl sich zusammenziehen und den Chylus forttreiben sah (§. 907. c), so berechnete er hiernach, daß in einer Stunde über 18 Pfund Chylus die Lymphgefäße passiren könnten. c) Der Chylus hat einen samenartigen Geruch, reagirt alkalisch und ist milchweiß und undurchsichtig, oder auch gelblichweiß, oder graulich, bloß molkig und etwas trübe. Bei Vögeln, Amphibien und Fischen ist er beinahe durchsichtig und farblos. Marcet (Nr. 685. II. p. 53) fand ihn bei Hunden, die bloß Pflanzennahrung bekommen hatten, fast immer durchsichtig, beinahe farblos, und bei solchen, die mit animalischen Substanzen gefüttert waren, milchig und einen fetten Rahm absetzend, wie ihn auch Prout bei Fleischnahrung weißer und undurchsichtiger fand als bei Pflanzenkost. Wenn aber Macaire und Marcet (Nr. 685. LI. p. 375) angeben, er sei bei pflanzenfressenden Thieren klarer und durchsichtiger, bei fleichfressenden dichter und milchiger, so ist dies nicht ganz streng zu nehmen, denn man findet ihn auch bei Rindern (Nr. 511. S. 122), Pferden, Kaninchen u. s. w. milchig. Nach Magendie (a. a. O. p. 156) soll er nur dann milchweiß sein, wenn die genoßne Nahrung Fett enthielt. Wenn aber auch das Fett Antheil hat, so scheint es doch hauptsächlich auf Nahrhaftigkeit der Nahrung und Vollkommenheit der Verdauung anzukommen. So fanden ihn Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. I. S. 272. 279) bei Schafen nach Strohfütterung fast ganz klar, nach Hafer weiß; bei Pferden, die mit Hafer gefüttert waren, milchweiß; bei Hunden (ebd. II. S. 69 fg.), die flüssiges Eiweiß, Faserstoff, Leim, Käse, Stärkemehl, Kleber bekommen hatten, heller oder schwach milchig; bei solchen, die mit geronnenem Eiweiß, Stärkemehl, Milch, Knochen, Fleisch gefüttert waren, weiß. Bei Fütterung mit Gummi oder Zucker war der Chylus nach Magendie

(a. a. O. p. 391), Leuret und Lassaigne (Nr. 642) hell, durchsichtig, opalisirend. Übrigens ist er etwas klebrig anzufühlen und etwas schwerer als Wasser, hat, wenn er vollkommen entwickelt ist, einen dem Samen ähnlichen Geruch, schmeckt schwach salzig, etwas süßlich, und reagirt schwach alkalisch, oder verhält sich auch neutral. d) Er besteht aus einer klaren Flüssigkeit und weißen, kugligen, jedoch nicht ganz regelmäßigen Körnchen, welche nach Gurlt (Nr. 780. S. 136) einen unebenen, fast zackigen Rand, oder nach Schultz (Nr. 765. S. 39), Wagner (Nr. 718. II. S. 25) und Valentin (Nr. 792. II. S. 72) eine granulirte Oberfläche, und nach Letzterem (ebd. I. S. 278) im Innern einen Kern haben, den ihnen jedoch Bischoff (Nr. 681. 1838. S. 497) abspricht. Ihre Größe beträgt beim Menschen nach Wagner (a. a. O. S. 31) 0,0040, nach Valentin (a. a. O. I. S. 278) 0,0024 Linie; bei Säugethieren nach Schultz (a. a. O.) 0,0005 bis 0,0008, nach Wagner 0,0040; bei Pferden nach Gurlt (a. a. O. S. 138) 0,0036; bei Schafen nach Prevost und Rayer (Nr. 244. XXVII. p. 233) 0,0015 Linie. Prevost und Dumas (ebd. XVII. p. 300) hatten behauptet, sie seien mit den Kügelchen der Milch, des Eiters und der Muskelfasern von gleicher Größe. Dagegen fanden sie Home und Mayo (Nr. 689. p. 160) in der Größe unter einander sehr abweichend; so bestimmt sie Krause (Nr. 597. I. S. 499) beim Menschen auf 0,0009 bis 0,0015 Linie; beim Hunde sind sie nach Bischoff (a. a. O.) meist eben so groß wie die Blutkörner. e) Außerdem sieht man meistentheils durchsichtige, vollkommen sphärische Fetttröpfchen, die beim Menschen nach Krause (a. a. O.) kleiner und größer bis 0,0055 Linie im Durchmesser, beim Hunde nach Bischoff kleiner und zahlreicher als die eigentlichen Chyluskörner sind; nach Wagner (a. a. O. S. 26) sind sie sparsamer und fehlen oft gänzlich. f) Der ausgetretene Chylus fängt bald an sich zu verdicken, und scheidet sich nach und nach in einen festen Theil, den Kuchen, und eine Flüssigkeit, das Serum. Brande giebt an, daß er nach 10 Minuten eine dicke Masse werde, und binnen 24 Stunden sich scheide; Krimer (Nr. 511. S. 121 fgg.) sah ihn bei

d.

e.

f.

einem mit Hafer gefütterten Pferde nach 12 Minuten sulzig, und nach einer Stunde in Kuchen und Serum geschieden; bei einem Ochsen nach 9 Minuten sulzig und nach 52 Minuten völlig geschieden; auch giebt er an, daß auch in dem an lebenden Thieren unterbundnen Lymphstamme eine Gerinnung erfolge, nur langsamer, besonders wenn der Lymphstamm noch mit dem Körper in Verbindung bleibe. In Sauerstoffgas erfolgt sie schneller, in hydrothionsaurem Gas langsamer (Nr. 222. S. 19). Sie wird mit durch die Beschaffenheit der Nahrung bestimmt: bei einem Schafe, das mit Stroh gefüttert worden, war sie schwächer (Nr. 643. I. S. 272); bei einem neugebornen Füllen, welches bloß Fruchtwasser im Magen hatte, bestand sie nur in einem Absatze weißer Flocken (Nr. 780. S. 138); bei einem Hingerichteten war sie am andern Tage noch nicht erfolgt (Nr. 198. 1813. II. S. 74). Übrigens gehen die Chyluskörner sowohl in den Kuchen, als auch in das Serum ein, während die meisten Fetttröpfchen besonders dem letztern sich beimengen (Nr. 765. S. 42). Die Proportion des Kuchens zum Serum war nach den Beobachtungen von Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. II. S. 69 fgg.) bei Hunden, Pferden und Schafen wie 1 : 20 bis 1 : 94; so war sie bei einem mit Hafer gefütterten Pferde 106 : 9894, bei einem andern 301 : 9699. Die beßre Nahrung gab dabei weniger Vermehrung des Kuchens als des Serums und seiner festen Theile, ja, wahrscheinlich wegen Ungewohntheit, selbst eine Verminderung des Kuchens und der festen Theile überhaupt:

Nahrung	Kuchen	Serum	Trockner Gehalt		Wasser
			Kuchens	Serums	
Hund					
Käse . .	240	9760	17	480	9503
Fleisch, Brod, Milch .	216	9784	27	838	9153
Schaf					
wenig Stroh	283	9717	42	509	9449
wenig Gras	475	9525	82	496	9422
viel Hafer					
erste Portion	258	9742	24	235	9741
zweite —	432	9568	31	307	9662

Krimer (Nr. 511. S. 132) will von Hunden bei vegetabilischer Nahrung mehr Chyluskuchen erhalten haben, als bei animalischer. Entgegengesetzte Beobachtungen machten Marcet (Nr. 685. II. p. 52) und Prout (Nr. 208. XXVIII. S. 210); nach Jenem war die Proportion des Kuchens zum Serum von Hunden bei vegetabilischer Nahrung 480:9520 bis 780:9220, bei animalischer 740 : 9260 bis 950:9050; und nach Prout war sie im erstern Falle 640 : 9360, im letztern 1080:8920. Indeß betrug in dem einen von Marcet beobachteten Falle der Gehalt des Serums an festen Theilen bei vegetabilischer Nahrung 0,0900, während sie in einem andern bei animalischer nur 0,0700 ausmachte. g) Der Kuchen setzt sich zu Boden oder hängt sich an den Wänden des Gefäßes an, ist zäh, aber weich, leicht zu zerreißen und ohne deutliche Faserung; bleibt er im Serum, so wird er mit der Zeit großentheils verflüssigt; durch Auswaschen mit Wasser verliert er seinen samenartigen Geruch; er verbrennt langsam und mit Horngeruch, und hinterläßt eine schwammige, schwer einzuäschernde Kohle; in Salpetersäure löst er sich durch Kochen auf; mit Essigsäure oder Kalilösung giebt er in der Wärme nur eine milchige Flüssigkeit, welche erst nach Bildung eines Bodensatzes klar wird. h) Das Serum, welches sich theils von selbst scheidet, theils aus dem Kuchen ausgepreßt werden kann, ist gewöhnlich klar, etwas in Gelbliche spielend wie Molken, zuweilen röthlichgelb, selten weiß. Es ist geruchlos, etwas klebrig, so daß es Papier und Leinwand steif macht; hat nach Marcet eine specifische Schwere von 1021 bis 1022, mischt sich mit Wasser, reagirt stark alkalisch, wird an der Luft nach und nach trübe, und bildet dann einen Bodensatz. Durch Weingeist, Mineralsäuren, Sublimat und Hitze erleidet es einen flockigen Niederschlag; ist es mit Essigsäure gemischt, so macht blausaures Kali einen Niederschlag; zur Trockenheit abgedampft, löst es sich zum Theil in Wasser, zum Theil in Weingeist, zum Theil weder in der einen noch in der andern Flüssigkeit auf. B) Zu den Bestandtheilen des Chylus gehört i) fürs Erste ein noch nicht vollkommen entwickelter Faserstoff, der den Kuchen bildet. Vauquelin erklärte ihn für Eiweißstoff, der in Faserstoff überzugehen

g. h. B. i.

anfängt; Marcet für wirklichen Eiweißstoff; Brande für eine Substanz, die mehr Ähnlichkeit mit Käsestoff als mit Faserstoff hat. Man ist geneigt anzunehmen, daß dieser Faserstoff bei animalischer Nahrung in reichlicherem Maaße gebildet werde; wenn aber diese Annahme in mehreren Fällen bestätigt wurde, so gilt sie wenigstens nicht ohne Einschränkungen: Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. II. S. 82) fanden an trocknem Faserstoffe, nach Zehntausendtheilen gerechnet, bei Pferden 19 bis 175, bei Schafen 24 bis 82, bei Hunden 17 bis 56; und bei Hunden, welche von Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 158) mit Zucker oder Gummi gefüttert worden waren, enthielt der Chylus eben so viel oder auch noch mehr Faserstoff, als nach stickstoffiger Nahrung. — k) Der Eiweißstoff ist im Serum enthalten, und zwar, wie es scheint, durch Natrum im Wasser aufgelöst. Nach Reuß und Emmert (Nr. 358. V. S. 166) betrug der durch Hitze geronnene Eiweißstoff nach dem Abdampfen 0,05 des Serums von Pferden. Nach Prout giebt das Serum mit verdünnter Essigsäure in der Hitze einen Niederschlag, der kein vollkommner, sondern im Anfange der Bildung begriffner Eiweißstoff zu sein scheint; nach Abscheidung dieses Niederschlags fällt aber blausaures Kali aus der essigsauren Auflösung wirklich ausgebildeten Eiweißstoff. l) Ein Theil des abgedampften Serums löst sich in Wasser wieder auf, und nachdem der Eiweißstoff aus frischem Serum durch Hitze niedergeschlagen ist, bewirkt Galläpfeltinctur einen neuen Niederschlag. Hierdurch bestimmt, nahmen Reuß und Emmert, so wie späterhin auch Prevost und Le Rayer (Nr. 244. XXVII. p. 233), Gallert im Serum an. Tiedemann und Gmelin aber bewiesen, daß es Extractivstoff, aus Osmazom und Speichelstoff bestehend, ist: bei einem mit Hafer gefütterten Pferde enthielt das abgedampfte Serum 0,1602 Osmazom mit essigsaurem und salzsaurem Natrum, und 0,0276 Speichelstoff mit kohlensaurem und phosphorsaurem Natrum (Nr. 643. I. S. 223). m) Der Chylus enthält freies, d. h. in discreten Tropfen schwebendes Fett, und wahrscheinlich auch gebundenes (Nr. 765. S. 40). Sein Serum setzt, wenn es eine Zeit lang gestanden hat, oftmahls einen fetten Rahm ab, welchen

schon Haller (Nr. 95. VII. p. 61 sq.) kannte, und weshalb er den Chylus überhaupt für eine ölige Flüssigkeit erklärte. Werner (Nr. 358. VIII. S. 31) fand keines im Chylus von Pferden; Vauquelin (Nr. 179. XVIII. p. 244) wies es aber zuerst wieder nach, indem er es durch kochenden Weingeist auszog, wobei es sich als aus weißem Talgstoffe und gelbem Ölstoffe bestehend zeigte, und, da es mit Laugensalzen keine seifenartige Verbindung bildete, dem Hirnfette zu ähneln schien. Im Rahme ist es nach Prout (a. a. O. S. 229) mit käsiger Substanz oder anfangendem Eiweißstoffe verbunden. Aus dem zur Trockenheit abgerauchten Serum eines Pferdes zogen Tiedemann und Gmelin (a. a. O.) 0,0635 gelbes und 0,1547 braunes Fett. — Vauquelin (a. a. O. p. 247), so wie Tiedemann und Gmelin (a. a. O. II. S. 85) erkannten, daß die milchweiße Farbe des Chylus von seinem Fettgehalte herrührt. Mag dies aber auch von dem milchigen Aussehen gelten, so haben doch die Chyluskörner, wenn sie reichlich vorhanden sind, an der weißen Farbe überhaupt gewiß wesentlichen Antheil, wie Weber (Nr. 569. I. S. 160) annimmt; wenn Müller (Nr. 673. I. S. 248) milchiges Serum mit Äther schüttelte, so wurde es etwas klarer, aber es blieb eine trübe Substanz auf dem Boden zurück, die aus Körnchen bestand. Bischoff (Nr. 681. 1838. S. 497) entfärbte das Serum durch immer frisch zugesetzten Äther fast gänzlich; daß es noch etwas trübe blieb, erklärt er aus einer Coagulation des Eiweißstoffs durch den im Äther enthaltenen Weingeist, bemerkt aber, daß auch Chyluskörner im Äther aufgelöst werden. n) [Zusatz von Ernst Burdach. 26 Gran frischer Chylus aus dem ductus thoracicus vom Hunde wurden in einem Stöpselglase mit 180 Gran Äther übergossen und geschüttelt. Bei eintretender Ruhe fiel der Chylus sogleich zu Boden, und in dem Äther erkannte ich schon mit bloßem Auge sehr zahlreiche Öltröpfchen. Bei wiederholtem Schütteln hatte nach 24 Stunden der zu Boden liegende Chylus seine weiße Farbe verloren, und war schmuzig rothgelb geworden; der Äther erschien klar. Letzterer wurde nun abgegossen, und nachdem er in einer offenen Glasschale verdunstet war, zeigten sich auf dem Boden

n.

derselben einige größere Öltropfen. Der Chylus blieb noch eine Zeit lang in Ruhe stehen, um den Rest von Äther verdunsten zu lassen, und wurde dann gewogen; es ergab sich der Verlust am Gewicht als nicht ganz einen Gran betragend. Unter dem Mikroskope erschienen die Kügelchen des Chylus heller, weniger deutlich granulirt und etwas kleiner als vor der Behandlung mit Äther; dieselben waren also den Lymphkügelchen ähnlich geworden, denn letztere unterscheiden sich von ersteren überhaupt nur durch ihre gleichmäßigere und zwar etwas geringere Größe, und durch ihre weniger uneben erscheinende Oberfläche. Außerdem schienen die Kügelchen des mit Äther behandelten Chylus etwas an Menge abgenommen zu haben, und es fanden sich neben ihnen sehr zahlreiche feine Körnchen, welche etwa dem zehnten bis achten Theile eines normalen Chyluskügelchen an Größe gleich kamen, und in dem frischen Chylus nicht wahrgenommen worden waren. Es wurde darauf derselbe Chylus mit frischem Äther übergossen und erst nach 3 Tagen einer Untersuchung unterworfen. Der wie früher verdunstete Äther ließ diesmal auch wieder etwas Öl, aber in geringerer Menge zurück; der Chylus zeigte unter dem Mikroskope nur wenige und fast ganz glatt erscheinende Chyluskügelchen, indem die meisten derselben zu hellen körnigen Gebilden von unbestimmter Form und Größe verschmolzen schienen, und außerdem fanden sich jene sehr feinen Körnchen in noch weit größerer Menge, als bei der früheren Untersuchung. Die Gewichtsabnahme des Chylus konnte nicht bestimmt werden, da bei der wiederholten mikroskopischen Untersuchung und bei dem Hin- und Hergießen etwas verloren gegangen sein mußte.] o) Nach Marcet betrugen die Salze des Chylus 0,0092, wie in allen übrigen thierischen Flüssigkeiten, die Hunde mochten thierische oder vegetabilische Nahrung bekommen haben; nach Prout aber betrugen sie bei jener 0,0070, bei dieser 0,0080. Es sind nach Tiedemann und Gmelin (a. a. O. II. S. 91) kohlensaures, salzsaures, bisweilen essigsaures, schwefelsaures oder phosphorsaures Natrum, kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk. Vauquelin (a. a. O. p. 247) fand auch phosphorsaures Eisen auf der untersten Stufe der Oxydation; es zeigte sich eben so nach Emmert (Nr. 184.

VIII. S. 167), und zwar weniger oxydirt als im Darme, indem die atmosphärische Luft einige Tage auf den Chylus eingewirkt haben mußte, ehe die Reagentien dasselbe nachwiesen, während dies im Darme schnell geschieht; war das Serum in saure Gährung gegangen, oder demselben eine Säure zugesetzt, so offenbarten Galläpfeltinctur und blausaures Kali den Eisengehalt; dasselbe war der Fall, wenn der Kuchen in Salpetersäure oder die Asche in Salzsäure aufgelöst war. Reuß und Emmert (Nr. 358. V. S. 166) glaubten auch Ammonium zu erkennen. Brande (Nr. 208. XVI. S. 376) hielt die aus dem zur Hälfte abgerauchten Serum beim Erkalten sich absetzenden Krystalle für Milchzucker, was von Niemandem bestätigt worden ist. p) Die Proportion der Bestandtheile war nach Tiedemann und Gmelin (a. a. O. I. S. 221 fgg.) bei einem mit Hafer gefütterten Pferde, und nach Prout bei einem mit Vegetabilien gefütterten Hunde, und einem zweiten, der animalische Nahrung erhalten hatte, folgende: p.

	Pferd	1. Hund	2. Hund
Wasser	9183	9360	8920
Faserstoff	78	60	80
Eiweißstoff mit kohlensaurem und phosphorsaurem Natrum .	434	—	—
Anfangender Eiweißstoff . .	—	460	470
Eiweißstoff mit etwas rothem Färbestoffe	—	40	460
Fett	164	—	—
Osmazom mit Kochsalz . .	121	—	—
Speichelstoff mit kohlensaurem und phosphorsaurem Natrum	20	—	—
Salze	—	80	70

§. 950. Was die Bildung des Chylus betrifft, so A) findet man ihn schon in den äußersten Wurzelenden der Lymphgefäße des Darms: er muß also entweder schon völlig ausgebildet aus letzterem in jene übergegangen sein, oder in der Darmhöhle selbst nur seinem Keime nach gebildet und erst beim Durchgange durch A.

die Wandungen des Darms und der Gefäße unter Mitwirkung des in dem hier befindlichen dichten Gefäßnetze enthaltenen Bluts vollkommen entwickelt worden sein. Es fragt sich daher: ist im

a. Speisebreie bereits wirklicher Chylus enthalten oder nicht? a) Man findet eine dickliche weißliche Materie an der Oberfläche des Speisebreies oder an den Darmwänden haftend, welche, wie Haller (Nr. 95. VII. p. 51) bemerkte, im untern Theile des Gallendarms reichlicher ist, als in dessen oberem Theile, und nach Magendie (Nr. 247. II. p. 102) im übrigen Dünndarme allmählig abnimmt, so daß in dessen Ende nur noch wenig davon zu finden ist. Magendie (ebd. p. 107) erklärt sie daher für den chylösen Theil des Speisebreies, und giebt namentlich (ebd. p. 101) an, daß sie bei Fett enthaltender Nahrung in unregelmäßigen, breiten oder runden Fäden sich zeige und roher Chylus zu sein scheine. Brodie (Nr. 196. IV. S. 178), Macdonald (Nr. 185. VI. S. 563), Prout (Nr. 208 XXVIII. S. 231) und Andere halten sie ebenfalls für Chylus. Andererseits hat man, z. B. Lallemand (Nr. 167. p. 85), sie niemahls finden können, oder, wo sie deutlich war, für Schleim erklärt, der aus seiner Auflösung niedergeschlagen, oder, wie Berthold (Nr. 791. II. S. 131) vermuthet, von der Schleimhaut abgelöst sein soll, damit diese einsaugen könne. Heusinger (Nr. 785. II. S. 109) fand sie bei Betrachtung unter dem Mikroskope großkörnig und vom Schleime verschieden, so daß sie ihm eine Mischung von Schleim und Nahrungsstoff zu sein schien. Daß diese Substanz nicht als Chylus eingesogen werden kann, ergiebt sich schon aus ihrer Consistenz; vielleicht ist es aber ein noch unausgebildeter Chylus, der vermöge des ihn einschließenden Schleims in innigere Berührung mit dem Darme und dessen Zotten gelangt, um eingesogen werden zu können.

b. b) Der Chylus charakterisirt sich durch seine alkalische Reaction, während der Speisebrei im ganzen Dünndarme sauer reagirt oder höchstens neutral sich verhält (§. 945. d): dies läßt also auf eine Umwandlung der Substanz auf ihrem Wege in die Lymphgefäße

c. schließen. c) Der Eiweißstoff des Chylus kann aus dem Speisebrei (§. 945. e) herrühren, und da er in diesem nach dem un=

tern Theile des Dünndarms hin abnimmt, so ist es um so wahrscheinlicher, daß er von den Lymphgefäßen eingesogen wird. So enthält nach Rengger (Nr. 268. S. 15) auch bei Insecten schon der Speisebrei Eiweißstoff, der sich im Chylus wieder findet. Eben so ist der Extractivstoff (§. 945. f. h) und das Fett (§. 945. i) des Chylus ohne Zweifel ein Product der Darmverdauung. d) Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 167) erkannten keinen Faserstoff im Speisebrei. Indessen bemerkte Werner (Nr. 358. VIII. S. 31), daß die an den Zotten des Dünndarms haftende weißliche Materie an der Luft gerann; und Prout (a. a. O.) beobachtete, daß der aus dem Gallendarme genommene Speisebrei, der Luft ausgesetzt, zäher, fester und nach einer oder zwei Stunden wieder flüssig wurde, so daß denn ein Keim von Faserstoff innerhalb des Darms zu entstehen und bei seinem Eindringen in das Lymphsystem seine weitere Entwickelung zu beginnen scheint. e) Nach Vauquelin, so wie nach Marcet, enthält der Speisebrei mehr Kohlenstoff als der Chylus; dies mag aber wohl von der jenem beigemengten Galle herrühren. f) Home (Nr. 165. III. p. 25) hatte im Schleime des Magens am Pförtner und des Gallendarms eine Menge „Lymphkügelchen" und einige „farblose Blutkörner" gesehen. Leuret und Lassaigne (a. a. O. p. 173) erklärten nun die Bildung von Chyluskügelchen geradezu für das Wesentliche der Verdauung. Sie sahen nämlich im Magen immer einige Kügelchen, im Dünndarme unzählige, mit einigen Körperchen von unbestimmter Größe gemengt, im Dickdarme auch sehr zahlreiche, jedoch war hier die undurchsichtige Zone breiter; sie fanden diese Kügelchen von gleicher Größe und Form wie die des Chylus, welche sie durch Einsprützung von Wasser in den Lymphbruststamm zur Darmhöhle zurückgepreßt hatten, und betrachteten daher beide als identisch (ebd. p. 167 sqq.). Da sie endlich im Darme von Fröschen und Kröten Monaden (§. 8. d. §. 14. h) antrafen, welche nur während der Verdauung zu leben schienen, so hielten sie dieselben für Analoga der Chyluskügelchen von warmblütigen Thieren, für bestimmt die Fäulniß der Nahrungsmittel zu verhüten, und ihre Bildung für das Wesentliche der Verdauung; übrigens sahen sie

solche Monaden auch im Pfortaderblute (ebd. p. 173—177). Beaumont (Nr. 712. S. 183) erkannte im menschlichen Speisebrei Kügelchen von verschiedener Größe, wie Blutkörner mit durchsichtigem Mittelpuncte und undurchsichtigem Rande. Gurlt (Nr. 780. S. 138) fand bei einem neugebornen Füllen, welches nur Fruchtwasser im Magen hatte, im Dünndarme ähnliche Kügelchen, wie im Chylus. Wagner (Nr. 718. II. S. 28) vermuthet nur eine Bildung der Chyluskügelchen im Dünndarme, weil es ihm so vorgekommen war, als ob er welche daselbst sähe. — Jene Beobachtungen erscheinen mehr als zweifelhaft, da Leuret und Lassaigne (a. a. O. p. 202) ähnliche Kügelchen, wiewohl mit undurchsichtigerer und breiterer Zone, auch im Darmkothe antrafen, der doch keinen Chylus enthält; da sie ferner (ebd. p. 172 sq.) dergleichen nicht allein, wie Beaumont (a. a. O. S. 183) im Producte künstlicher Verdauung, sowohl mit Magensaft als mit Darmsaft, sondern auch in einem wässerigen Aufgusse von Brod, der bei 32° Wärme 18 Stunden lang digerirt war, erblickten. Simon (Nr. 681. 1839. S. 7) sah in künstlich verdautem Eiweißstoffe und Käsestoffe ebenfalls Kügelchen, die jedoch keine Ähnlichkeit mit den Kügelchen im Lymphsysteme hatten. Wir müssen aber die Bildung von Chyluskörnern im Darmcanale bezweifeln; denn die Wurzeln der Lymphgefäße sind geschlossen und obendrein von Schleimhaut und Epithelium bedeckt, können also nur durch Endosmose aufnehmen, und eine körnige Masse kann durch solche dichte Wandung nicht durchdringen. Nach Müller (Nr. 673. I. S. 540) sind einige Chyluskörner selbst größer als die Blutkörner, und wenn sie aus dem Darme eingedrungen wären, so müßten die Öffnungen dieser Wege sichtbar sein, und auch andern Theilen des Speisebreies den Durchgang gestatten; die weiße Farbe, die man bei jungen Thieren, welche noch an der Mutter saugen, am Chylus und am Blute bemerkt hat (k), konnte nicht von eingedrungenen Milchkügelchen, sondern von Fett herrühren. Bei den Insecten ist der Chylus, der zugleich die Ernährungsflüssigkeit abgiebt, nicht in eignen Gefäßen enthalten, sondern durchdringt die Darmwände, so wie das zu ernährende Gewebe, enthält daher nach Suckow (Nr.

361. I. S. 603) nicht Kügelchen, dergleichen das im Rückengefäße enthaltne Blut besitzt. So müssen wir denn mit Schultz (Nr. 765. S. 69) es anerkennen, daß die Chyluskörner erst innerhalb der Lymphgefäße erscheinen. g) [Zusatz von Ernst Burdach. In vollkommnem Speisebrei des Magens erkennt man, wenn derselbe nicht filtrirt, sondern nur mit etwas Wasser verdünnt dem Mikroskope unterworfen wird, sehr verschiedenartige kuglige Körper, von denen die kleineren allerdings einige Ähnlichkeit mit Lymphkügelchen zeigen, zumal da ihnen ihre unebene Oberfläche ein granulirtes Aussehen giebt, wie mir solches bei Hunden namentlich nach Fütterung mit Brod ersichtlich gewesen ist. Diese den Chylus- oder Lymphkügelchen einigermaaßen ähnlichen Körper harmoniren aber in Form und sonstigem Aussehen so sehr mit größeren, und diese bilden wiederum einen so deutlichen Übergang zu großen, formlosen Massen, deren Natur nicht zu verkennen ist, daß ich nicht umhin kann, die ersteren eben so wie diese formlosen Massen für noch nicht ganz verdaute Überreste von Nahrungsmitteln zu halten; auch habe ich mich hiervon noch dadurch überzeugt, daß jene Körper beim Hin- und Herschieben der sie bedeckenden Glasplatte leicht eine andere Form annehmen, oder wohl gar zerstückelt werden. Außerdem findet man noch in dem Speisebrei dunkle, ebenfalls granulirt erscheinende Körperchen von runder oder länglicher Gestalt, welche wohl nichts anderes als Kerne von Epitheliumzellen, oder Partikelchen von Schleimdrüsen sein können. Die einen festen Speiseballen im Magen umlagernde weiße, zähe Schleimmasse zeigt unterm Mikroskope ebenfalls die so eben erwähnten dunkeln Körperchen, und erscheint im Übrigen durchaus gleichmäßig und formlos. In dem Dünndarme von Hunden und Kaninchen findet man etwa 6 bis 8 Stunden nach der Fütterung eine weißlichgraue, zähe Substanz an der Schleimhaut haften. Diese Substanz mit Wasser zerrührt, bleibt größtentheils unaufgelöst, und zeigt so unter dem Mikroskope dicke, weiße Fäden, welche aus gleichmäßiger, nur hin und wieder etwas gekörnter Masse bestehen. Gießt man Essig auf diese Fäden, so werden sie im Ganzen klar und farblos, es zeigen sich aber in ihnen zerstreut einige, theils runde, theils längliche Körperchen,

welche ich wiederum für Kerne von Epitheliumzellen ansehen zu müssen glaube. In dem durch Wasser abgespülten, oder in demselben gelösten Theile jener weißgrauen Substanz finden sich, außer vielen Öltröpfchen, Körnchen, welche hell und mit ungleicher Oberfläche versehen an Größe und sonstigem Aussehen den Chyluskügelchen ziemlich nahe kommen; sie unterscheiden sich aber von letzteren sehr wesentlich dadurch, daß sie beim Eintrocknen ganz gleichmäßig glatt erscheinen, während bei den Chyluskügelchen die Granulation stärker hervortritt; ich bin daher geneigt, sie für noch nicht ganz gelöste Speisetheilchen zu halten. Neben diesen finden sich aber viele bedeutend kleinere Körnchen, welche nur dem zehnten bis achten Theile eines Chyluskügelchens von mittlerer Größe gleichkommend bei 300facher Vergrößerung wie runde Perlchen oder Kügelchen erscheinen, bei 500facher Vergrößerung aber als solide, schwach gelbliche, nicht ganz regelmäßig sphärische Körnchen erkannt werden. Diese gleichen ganz den Körnchen, welche ich entstehen sah, wenn ich verdünnten Speisebrei aus dem Magen mit frischer Galle mischte, und ich kann nicht umhin, dieselben für noch nicht zur vollkommnen Ausbildung gelangte Chyluskügelchen zu halten. Diese Körnchen sind übrigens in Wasser, Essig und Äther wenigstens nicht schnell auflöslich, und lassen sich auch beim Eintrocknen der Flüssigkeit noch lange auf der Glasplatte wahrnehmen. Endlich findet sich an der Schleimhaut des Dünndarms noch hin und wieder ein Klümpchen von gelblichem oder grünlichem Gerinnsel, welches ohne Zweifel von präcipitirter Galle herrührt, und unter dem Mikroskope bräunliche oder ganz dunkel gefärbte Schuppchen zeigt, wie ich sie schon

h. früher in der Galle selbst erkannt hatte.] h) Alles in der Natur erfolgt allmählig, und es ist daher an und für sich schon unwahrscheinlich, daß in der Darmhöhle, die doch immer nur eine Außenfläche des Organismus ist, mehr als der Keim des Chylus gebildet werden könnte. Daß die Darmzotten das Verdauungsproduct vornehmlich einsaugen, ist schon längst durch Beobachtungen erwiesen (Nr. 95. VII. p. 28 sq.), und da die schleimige, weißliche Substanz besonders an ihnen haftet, so dürfen wir vermuthen, daß dieselbe solchen rudimentösen Chylus in sich schließt.

Da nun auch andere Erscheinungen darauf hindeuten, daß beim Durchgange einer Flüssigkeit durch dichte organische Substanz eine Umwandlung der Stoffe vor sich geht (§. 881. k), so ist es wohl glaublich, daß der Chylus, indem er die Wandung von Darm und Lymphgefäßen durchdringt, unter Einwirkung des in den angränzenden Haargefäßen enthaltenen Blutes alkalisch wird, Faserstoff entwickelt und zur Bildung von Körnchen sich anschickt. Valentin (Nr. 681. 1839. S. 179) hat im Wesentlichen dieselbe Ansicht, nur daß er einen Umweg des Verdauungsproducts durch die Haargefäße der Darmzotten als denkbar annimmt: dringt, sagt er, das Aufgelöste des Speisebreies in die Blutgefäße, und secerniren diese den Chylus in die Lymphgefäße hinein, so ist er, gleich einem Drüsensecrete, immer derselbe, wie auch der Speisebrei beschaffen sein mag. B) Das Verhältniß des Chylus zu den genoßnen Nahrungsmitteln ist nicht überall das gleiche. i) Zuvörderst enthält er die unorganischen Bestandtheile derselben, hat also Wasser und Salze aus ihnen gezogen. Man bemerkt auch, daß er nach Maaßgabe ihrer organischen Bestandtheile verschieden sich artet in seiner Farbe und Gerinnung, so wie in seinem Gehalte: indeß folgt daraus noch nicht, daß diese Stoffe wirklich in ihn eingegangen sind, da sie eben sowohl durch ihren Einfluß auf die Lebensthätigkeit den Act der Verdauung so bestimmt haben können, daß dessen Product eine gewisse Beschaffenheit angenommen hat. Von den besondern Eigenschaften der Nahrungsmittel, als Farbe, Geruch, Geschmack, findet sich keine Spur im Chylus. Mehrere nächste Bestandtheile derselben, als Gummi, Satzmehl, Gallert, Käsestoff, finden sich in ihm ebenfalls nicht wieder. Fordyce (Nr. 756. S. 106) fand ihn bei einem Hunde, der bloß mit Fleisch, und bei einem andern, der bloß mit mehligen Substanzen gefüttert worden war, ganz gleich. k) Von seinen eigenthümlichen Bestandtheilen scheint vornehmlich das Fett aus den Nahrungsmitteln herzurühren: Magendie (Nr. 247. II. p. 156) bemerkte, daß der Chylus nur bei fetter Nahrung milchweiß, also (§. 949. m) fetthaltig sei; nach Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 158) enthält er das Fett, welches in den Nahrungsmitteln gewesen ist; Tiedemann und Gmelin

B.

i.

k.

(Nr. 643. II. S. 86) erklären ebenfalls, daß es ohne irgend eine Zersetzung aus diesen in ihn übergegangen sei, da er in demselben Maaße milchig erscheine, in welchem sie fetthaltig sind, und (S. 93 fg.) da er im nüchternen Zustande weniger Fett enthalte. Schlemm (Nr. 196. XXV. S. 122) fand bei säugenden Kätzchen, wenn sie kurz vorher an der Mutter gesogen hatten, das Blut weißlich und das Serum desselben ganz weiß; Meyer (ebd. XXVI. S. 227) machte dieselbe Beobachtung an saugenden jungen Hunden, fand gleiche weiße Flüssigkeit in den Lymphgefäßen, und überzeugte sich, daß es kein Chylus war, denn an der Luft zeigte sie weder eine Gerinnung, noch eine Röthung; auch enthielt sie nicht den Käsestoff der Milch, denn sie wurde durch Magensaft und Essigsäure nicht coagulirt: es war also nur das Fett der Milch von den Lymphgefäßen des Darms aufgesogen und in das Blut geführt worden. Allein durch diese Beobachtungen ist keinesweges erwiesen, daß die Nahrung wesentlich und nothwendig den Fettgehalt des Chylus bedinge, vielmehr stellen sich einer solchen Annahme manche Zweifelsgründe entgegen. Zuvörderst hat nach der oben (§. 949. m) angeführten Beobachtung Vauquelins das Fett des Chylus eine andere Beschaffenheit als das der Nahrungsmittel. Sodann findet zwischen beiden durchaus keine bleibende Proportion Statt. Fette Nahrung macht darum nicht fett, und bei magerer, aber hinreichender Nahrung und guter Verdauung kann der Körper fett werden, bei guter und reichlicher Pflanzenkost werden die Menschen eher fett als bei der an Fett reichern Fleischkost, wie denn auch ein ähnlicher Unterschied zwischen pflanzenfressenden und fleischfressenden Thieren Statt findet; bei Raupen ist die Fettbildung sehr stark, ungeachtet die Pflanzenblätter, von welchen sie sich nähren, kein Fett enthalten. Bei Vögeln, die so schnell fett werden, ist dennoch der Chylus nicht milchig; und bei der fettesten Nahrung, z. B. Milch und Butter, enthält er nach Wagner (Nr. 718. II. S. 26) oft gar keine Fetttröpfchen. Bei einem mit Fleisch gefütterten Hunde fand Prout (Nr. 208. XXVIII. S. 229) keine stärkere Spur von Fett, als bei einem andern, der bloß vegetabilische Nahrung bekommen hatte. Eine solche Spur von

Fett bemerkten Leuret und Lassaigne (a. a. O. p. 167) auch bei Hunden, die anderthalb Tage bloß mit Gummi genährt worden waren; bei einem Hunde, der seit 16 Stunden nur hart gekochtes Eiweiß bekommen hatte, fanden Tiedemann und Gmelin (a. a. O. I. S. 167) den Chylus in den Lymphgefäßen des Dünndarms weiß, und sein Serum milchig: daß sein so bedeutender Fettgehalt von dem vielleicht am Eiweiße hängenden Eigelb hergerührt habe (ebd. II. S. 56), ist doch kaum anzunehmen. Übrigens war der Chylus von Hunden auch mehr oder weniger weiß nach Fütterung mit Faserstoff (ebd. I. S. 169), Leim (ebd. S. 172), Käse (ebd. S. 179) und Stärkemehl (ebd. S. 183. 187). Es entsteht daher wohl die Frage, ob nicht auch durch die Verdauung Fett gebildet werden könne? Home ging wohl zu weit, wenn er behauptete, daß sich dasselbe nicht durch Secretion aus dem Blute erzeugen könne, sondern einzig und allein im Darmcanale entstehe; wenn wir aber an einer frühern Stelle (§. 875. k) im Vertrauen auf Werners Analyse die Möglichkeit der Fettbildung bei der Verdauung überhaupt bestritten, so müssen wir dies als irrthümlich zurücknehmen. Schultz (Nr. 765. S. 69) nimmt eine solche Fettbildung an, da er im Speisebrei ölige Streifen wahrgenommen zu haben glaubt, und im nüchternen Zustande keine Fetttröpfchen im Chylus gefunden hat. Eben so sind nach den oben mitgetheilten Beobachtungen nicht nur in dem ohne fette Nahrung gebildeten Speisebreie (§. 350. g), sondern auch in der Auflösung von gekochtem Eiweiße in künstlicher Verdauungsflüssigkeit (§. 941. m) Fetttröpfchen gesehen worden. Es scheint daher ziemlich gewiß, daß außer Eiweißstoff und Extractivstoff auch Fett durch die Verdauung gebildet wird und in den Chylus übergeht, wo es namentlich in die Kügelchen einzugehen und an ihrer granulirten Gestalt Antheil zu haben scheint (§. 949. n). Nun ist es wohl denkbar, daß die Stoffe, welche der Organismus sonst bei der Verdauung zu erzeugen vermag, wenn sie in den Nahrungsmitteln ihm dargeboten werden, auch in die Lymphgefäße eingehen können. l) Wenn Tiedemann und Gmelin (a. a. O. II. S. 93) aus dem geringern Gehalte an Osmazom im nüchternen l.

Zustande schließen, daß dieser Bestandtheil des Chylus aus dem Darmcanale komme, so geben sie unstreitig dessen Erzeugung daselbst zu, da er in den Pflanzen fehlt und doch im Chylus pflanzenfressender Thiere sich findet. m) Dieselben Forscher (ebd. S. 81 fg.) nehmen an, der Faserstoff des Chylus sei nicht aus der Nahrung gebildet, sondern rühre aus dem Blute her, denn im nüchternen Zustande enthalte die Lymphe mehr davon als der aus Nahrung gebildete Chylus; aus gleichem Grunde sollen auch Eiweißstoff und Speichelstoff erst aus dem Blute in den Chylus gelangen (ebd. S. 93 fg.). Indessen würde dies voraussetzen, daß der Chylus vor seinem Eintritte in die Lymphknoten des Gekröses bloß Osmazom und Fett enthielte und nicht gerinnbar wäre, was der Erfahrung widerspricht; daß er ferner aus dem Blute eine so bedeutende Menge jener Stoffe aufnehme, wie sich in den Lymphknoten bei deren Baue und Größe kaum denken läßt; daß endlich erst im Blute Faserstoff, Eiweißstoff und Speichelstoff sich bilden, wofür es an allen Erfahrungsgründen fehlt. Die oben (§. 942. §. 945. §. 949) angeführten Erscheinungen lassen glauben, daß durch die Verdauung zunächst und hauptsächlich Eiweißstoff erzeugt wird, wie dies Vauquelin, Hatchett, Hallé, Treviranus, Prout und Marcet annehmen; daß ferner Extractivstoff, Fett und außerdem ein Rudiment von Faserstoff sich bildet. Nach Schultz (Nr. 765. S. 69) soll das Blutwasser (§. 664), d. h. der klare flüssige Theil des Bluts, den er Plasma nennt, in Verbindung mit Fett die durch die Verdauung entstandene Grundlage der Blutbildung sein. n) Die lebendige Kraft des Organismus ist es aber, welche die in den Nahrungsmitteln enthaltne Materie auf eine seiner Natur entsprechende Weise umwandelt. Daher bleibt sich der Chylus unter allen Umständen im Ganzen genommen gleich: seine Körner sind nach Wagner (Nr. 718. II. S. 27) bei Fleischfressern eben so beschaffen, wie bei Pflanzenfressern; bei allen Thieren und bei jeder Nahrung enthält er, wie auch Leuret und Lassaigne (a. a. O. p. 158) es aussprechen, Faserstoff, Eiweißstoff, Natrum, salzsaures Natrum und phosphorsauren Kalk, und so bleibt sich die Proportion nicht nur seiner nächsten Bestandtheile (Nr.

511. S. 131), sondern auch seiner Elementarstoffe bei ganz verschiedener Nahrung ziemlich gleich: nach Macaire und Marcet (Nr. 685. LI. p. 377) enthielt der Chylus von

	Hunden bei Fleischfütterung	Pferden bei Grasfütterung
Kohlenstoff	552	550
Sauerstoff	259	268
Wasserstoff	66	67
Stickstoff	110	110

Besonders auffallend ist hier die gleiche Menge des Stickstoffs; denn mag man diesen auch im Pflanzeneiweißstoffe nachgewiesen haben, so ist doch auf jeden Fall im Grase viel weniger davon enthalten als im Fleische.

§. 951. Die Verdauung wird vermittelt durch die den Nahrungsstoffen sich beimischenden secernirenden Säfte; nun ist der Darmsaft im Wesentlichen nicht verschieden vom Magensafte; gleichwohl wird nicht im Magen, sondern nur im Darme Chylus gebildet: mithin muß der Darm entweder durch fortgesetzte gleichartige Wirksamkeit die im Magen begonnene Verdauung zu ihrem Ziele führen, oder durch den ihm eigenthümlichen Zutritt von Galle und pankreatischem Safte auf besondere Weise das Product der Magenverdauung umwandeln und Chylus daraus bilden. Letzteres ist an und für sich wahrscheinlicher, und besonders wird man bei Erwägung der ganz eigenthümlichen Natur der Galle zu der Vermuthung geneigt, daß diese Flüssigkeit einen vorzüglichen Antheil an der Chylusbildung habe. A) Indeß hat auch die entgegengesetzte Meinung seit den ältesten Zeiten Vertheidiger gefunden (Nr. 95. VI. p. 615). a) Man beruft sich nämlich darauf, daß die Galle ein Auswurfstoff sei, dessen Entfernung zu Erhaltung der normalen Mischung des Blutes diene (Nr. 643. II. S. 49). Hierdurch wird aber ihre Einwirkung auf die Verdauung nicht ausgeschlossen, da überhaupt zwischen dem Secrementitiellen und dem Excrementitiellen kein so strenger Unterschied Statt findet. b) Man sagt ferner, die Größe der Leber und die Quantität der Galle bei den verschiedenen Thieren

A.

a.

b.

stehe nicht in Proportion zur Menge ihres Nahrungsbedarfs und zur Schnelligkeit ihrer Verdauung: Säugethiere und Vögel nehmen in kürzern Zeiträumen Nahrung auf als die kaltblütigen Thiere, verdauen auch schneller, und haben doch eine kleinere Leber (ebd. S. 52). Indessen sind die Schlüsse von der Größe eines Organs auf dessen Function überhaupt nicht ganz sicher; sodann kann bei den niedern Thieren die Beziehung der Galle zur Excretion stärker sein, ohne daß deshalb ihr Einfluß auf die Verdauung wegzufallen braucht; endlich kann man jenes Verhältniß mit Treviranus (Nr. 100. IV. S. 420) dahin deuten, daß die Größe der Leber mit der, nicht nach der Quantität der Nahrung, sondern nach der Energie des Reproductionsvermögens zu

c. schätzenden Stärke der Assimilation übereinstimmt. c) Nachdem man hatte einräumen müssen, daß die bei den Insecten in den egestiven Theil des Darmcanals mündenden Secretionscanäle nicht wirkliche Gallenorgane sind (§. 804. f), führte man noch an, daß bei einigen Mollusken nur ein kleiner Theil der Galle in den obern Theil des Darms gehe, die übrige entweder in den Blinddarm oder in der Nähe des Afters sich ergießt (Nr. 643. II. S. 56). Indeß folgt hieraus eben nichts weiter, als daß die Galle zum Theil auch Auswurfstoff ist; übrigens macht es Müller (Nr. 673. I. S. 151) noch zweifelhaft, ob der in der Nähe des Afters mündende Gang wirklich aus der Substanz der Leber

d. kommt und Galle führt. d) Nach Fordyce kann die Verdauung auch bei verstopftem Gallengange vor sich gehen; und Blundell fand bei einem Kinde von 2¼ Jahren, welches gelbsüchtig, aber schnell gewachsen und ziemlich wohl genährt war, den Gallengang blind endend (Nr. 689. p. 133). Magendie (Nr. 785. II. S. 103) sah, daß nach Unterbindung des Gallenganges weißer Chylus gebildet wurde. Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 148) unterbanden bei einem Hunde den Gallengang, reinigten nach 4 Stunden den Darm durch 2 Unzen Ricinusöl, gaben nach 12 Stunden Milchsuppe, wiederholten dies in Zwischenräumen noch zweimahl und erwürgten das Thier 8 Stunden nach der letzten Portion: der Lymphbrustgang strotzte von einer fast durchsichtigen, gelblich rothen Flüssigkeit, welche

0,0049 Faserstoff enthielt. Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. II. S. 4 — 37), so wie Benjamin Philipps (Nr. 423. 2. Serie. II. p. 104) machten ähnliche Erfahrungen. Allein zuvörderst beweisen einige dieser Beobachtungen zuviel: hatte nämlich die Ernährung ohne Eintritt der Galle in den Darm geraume Zeit ungestört fortgedauert, so hatte die zurückgehaltene Galle dem Leben keinen Eintrag gethan, sich also gar nicht als Auswurfstoff erwiesen. Sodann wäre es ja möglich, daß derjenige Theil der Galle, der zur Chylusbildung erforderlich ist, bei Hemmung des Eintritts in den Darm auf einem andern Wege zum Verdauungsproducte gelangte; Tiedemann und Gmelin (a. a. O. S. 40 fg.) fanden die Lymphgefäße der Leber ganz gelb, und erkannten Bestandtheile der Galle sowohl im Inhalte des Lymphbruststammes, als auch im Blute: konnte nicht solch galliges Blut auch im Darme eine der Galle ähnlich wirkende Secretion geben? Endlich aber ist es auch sehr zweifelhaft, ob die im Lymphsysteme gefundene Flüssigkeit wirklich Chylus war. Die genannten Beobachter stellten zehn Versuche mit Unterbindung des Gallenganges an Hunden an: zwei schlugen fehl, indem sich ein neuer Gallengang gebildet hatte (ebd. S. 10. 24); von zwei andern wurde nichts über die Lymphgefäße bemerkt (ebd. S. 24 fgg.); in fünf Fällen enthielt der Lymphbruststamm eine klare, durchsichtige, gelbliche Flüssigkeit (ebd. S. 6. 11. 16. 19. 28); und nur in einem Falle, wo der Hund mit Milch gefüttert und deren Fett wahrscheinlich eingesogen worden war, hatte sie eine weiße Farbe (ebd. S. 22). Da wir nun der Behauptung, daß die weiße Farbe dem Chylus nicht wesentlich sei: sondern nur von dem in den Nahrungsmitteln enthaltenen Fette herrühre (ebd. S. 47), nicht beitreten können (§. 949. m. §. 950. h), so müssen wir glauben, daß jene Flüssigkeit kein vollkommner Chylus, sondern vielmehr der resorbirten Lymphe ähnlich war; und da sie mehr Faserstoff als sonst enthielt (ebd. II. S. 84), so zeigte sie sich auch darin dem Inhalte des Lymphbruststammes, wie er ohne Verdauung und bei Mangel an Nahrung erscheint (§. 916. a), gleich. B) für die Mitwirkung der Galle bei der Chylusbildung sprechen c) die Erscheinungen bei Hemmung ihres Eintrittes in

B.
c.

den Darm. Bei der Gelbsucht liegt die Verdauung darnieder, die Eßlust, die Ernährung und die Muskelkraft nimmt ab. Selten ist dabei der Gallengang völlig geschlossen, und die weiße Farbe des Kothes ist kein hinreichender Beweis, daß gar keine Galle eingetreten sei. Ist aber dieser Eintritt völlig aufgehoben, so erreicht die Abmagerung einen hohen Grad, und das Leben kann unter diesen Umständen dadurch noch sich fristen, daß das unvollkommne Product der Verdauung, vielleicht unter Einwirkung des mit Galle geschwängerten Blutes, einen dürftigen Ersatz des Chylus darbietet. Brodie (Nr. 196. IV. S. 177) fand bei jungen Katzen, denen er den Gallengang unterbunden hatte, den Speisebrei unverändert, nur im untern Theile des Dünndarms weniger flüssig, die Flüssigkeit in den Lymphgefäßen des Gekröses aber farblos und klar wie Lymphe. Eben so fand auch Mayo (Nr. 423. XII. p. 439) keinen Chylus bei drei jungen Katzen und zwei jungen Hunden, denen er nach 24stündigem Fasten den Gallengang unterbunden und darauf Nahrung gegeben hatte; der Speisebrei war dabei im Dünndarme nicht anders beschaffen als der im Magen. f) Der Gallengang mündet in weiter Entfernung vom After und gerade an der Stelle, wo die Chylusbildung beginnt: Werner (Nr. 358. VIII. S. 31) sah von seiner Mündung an die Zotten des Dünndarms mit der (§. 950. a) erwähnten weißlichen Materie bedeckt; Prout (Nr. 208. XXVIII. S. 207. 230) fand, daß der Speisebrei im Anfange des Gallendarms wenig, und in dessen Fortgange bis 6 Zoll unter demselben immer mehr Eiweißstoff enthielt; so erscheint auch der Chylus nach Home (Nr. 165. III. p. 25) meist erst im Anfange des Krummdarms. Es ist nicht glaublich, daß ein reiner Auswurfstoff so entfernt von der äußern Oberfläche und gerade an einen für die Blutbildung so wichtigen Punct abgeführt werden, und das Zusammentreffen der Mündung des Gallenganges mit dem Anfangspuncte der Chylusbildung nur zufällig sein sollte. g) Die Galle ist vermöge ihrer hohen Zersetzbarkeit sehr geeignet durch chemische Wechselwirkung mit dem Speisebreie eine Umwandlung der Materie zu erfahren und zu bewirken. So sieht man denn auch, wie sie im Verlaufe des Darms ihre helle Farbe

verliert und dunkelgelb oder grünlich wird. Bei einem seit 40 Stunden nüchternen Hunde sahen Tiedemann und Gmelin (a. a. O. I. S. 94) im obern Drittel des Dünndarms eine gelbe, bittere, sauer reagirende schleimige Flüssigkeit, welche im folgenden Drittel grüne Flocken zeigte, während das letzte Drittel bloß eine Schicht von consistentem, röthlich weißem, kaum sauer reagirendem Breie enthielt. Nach Collard de Martigny (Nr. 216. VIII. p. 156 sq.) enthielt bei einem verhungerten Hunde

	die Galle in der Gallenblase	die grünlich-gelbe Flüssigkeit im Darme.
Harz	173	291
Gelbe Materie	150	208
Pikromel	457	875
Wasser und Salze	9220	8626

Bei einigem Verluste an Wasser und Salzen hatte also der Gehalt der Galle an gelber Materie etwas, an Harz mehr, an Pikromel am meisten verhältnißmäßig zugenommen. Magendie (Nr. 247. II. p. 161) glaubt selbst, daß die halbdurchsichtige, etwas milchige Flüssigkeit, die er bei Hunden, welche seit 12 bis 36 Stunden keine Nahrung bekommen hatten, in den Lymphgefäßen des Darms fand, ein aus Galle und Darmsäften gebildeter Chylus war. h) Daß die Galle zersetzt und zum Theil zur Chylusbildung verwendet wird, ist schon deshalb wahrscheinlich, weil ihre täglich secernirte Quantität größer zu sein scheint als die des Kothes, von welchem sie doch nur einen Theil ausmacht. Denn wenn auch Haller die tägliche Secretion zu hoch anschlägt (§. 826. a), so ist sie doch jedenfalls gegen die 5 Unzen betragende Darmausleerung bedeutend; denn außerdem, daß die Gallenblase gegen 1½ Unzen faßt und sich während der Mahlzeit entleert, so träufelt zwischen den Mahlzeiten auch etwas Galle fortwährend zu. Fourcroy aber erkannte bereits, daß die Galle bei ihrem Zutritte zum Speisebreie eine Präcipitation bewirkt, und daß ein Theil derselben in den Chylus übergeht, der Rest aber mit dem Kothe ausgeleert wird. Nach den genauern Untersuchungen von Tiedemann und Gmelin (a. a. O. II. S. 50. 65)

h.

ist es das Harz, das Fett, der Färbestoff, der Schleim und die Salze der Galle, was mit dem Darmkothe abgeht, während ihr Pikrome, ihr Osmazom und ihre Cholsäure nicht darin gefunden werden. Da nun der Chylus zwar Osmazom, aber weder Pikromel noch Cholsäure enthält, so müssen diese Stoffe bei der Chylusbildung zerlegt werden. Übrigens erkannte auch Prout (Nr. 208. XXVIII. S. 233), daß nicht der eigentliche Gallenstoff, sondern andere Bestandtheile der Galle in Chylus übergehen; auch überzeugte sich Lassaigne (Nr. 642. p. 160), so wie Vauquelin, daß kein Bestandtheil der Galle im Chylus zu finden ist; indeß soll nach Beudant (Nr. 804. V. S. 169) das Blut auch im gesunden Zustande gelben Gallenstoff enthalten.

i. i) Die Gallenblase nimmt im nüchternen Zustande einen Theil der Galle auf, concentrirt diese während ihres Aufenthaltes, und ergießt sie in dieser Beschaffenheit und mit einem Mahle in größerer Quantität, wenn sich Speisebrei im Magen gebildet hat. Auch dieses Verhältniß deutet auf die Mitwirkung der Galle bei der Verdauung hin. Wiewohl nun das Vorkommen der Gallenblase bei den verschiedenen Thieren vielen Abweichungen unterworfen ist, so scheint sie doch besonders bei solchen Thieren sich zu finden, welche ihre Nahrung erst nach längern Zwischenräumen finden und dann in größerer Menge mit einem Mahle aufnehmen, also vorzüglich bei Fleischfressern, und dagegen bei denen zu fehlen, die fast überall Nahrung finden und einen großen Theil des Tages mit Fressen zubringen, also bei Pflanzenfressern. Wenn die Gallenblase nach Rapp bei den fleischfressenden Cetaceen fehlt und dagegen bei pflanzenfressenden vorhanden ist, so kann dies auf demselben Grunde beruhen, indem letztere im Meere ihre Nahrung seltner finden als erstere, welche die überall vorkommenden kleinern Seethiere in ganzen Massen verschlingen.

k. k) Bei vielen Thieren findet man fast immer etwas Galle im Magen, die im nüchternen Zustande einfließt, wie dies Reaumur (Nr. 173. 1752. p. 480), Spallanzani (Nr. 639. S. 91), Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 145) bei Vögeln, Bichat (Nr. 103. I. 2. Abth. S. 210), Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. I. S. 93) bei Hunden bemerkten. Auch bei Menschen

findet man nicht selten die Pförtnergegend von Lebergalle gefärbt, während die Blasengalle nur bei heftigem Erbrechen endlich in den Magen dringt. Bei Magenfisteln sahen Helm (Nr. 757. S. 11) durch Fahren und andere heftige Bewegungen, und Beaumont (Nr. 712. S. 11. 64) durch Drücken und Kneten der Lebergegend, so wie durch mechanische Reizung der Pförtnergegend mittels einer Gummiröhre oder Thermometerkugel diesen Eintritt erfolgen. Beaumont (ebd. S. 63 fg.) fand nach fortgesetztem Genusse fetter Speisen gewöhnlich Galle im Magen, und wollte bemerken, daß es dann leichter verdaut wurde. l) Der l. Speisebrei enthält nach dem Zutritte der Galle im Darme Luftbläschen (§. 945. d. 947. a). Offenbar findet hier eine Zersetzung Statt. [Zusatz von Ernst Burdach. Speisebrei von einem 6 Stunden nach reichlicher Fütterung getödeten Kaninchen wurde mit Wasser verdünnt durch feine Leinwand geseiht, und gab so eine gelbliche, etwas trübe Flüssigkeit. In dieser erkannte man unter dem Mikroskope einige kleine, eckige, etwas in die Länge gezogene, dunkle und granulirt erscheinende Körperchen, welche für Kerne von Epitheliumzellen gehalten wurden, ferner zahlreiche Öltröpfchen, welche durchschnittlich etwa halb so groß als Lymphkügelchen sein mochten. Es wurden zu dieser 3 Unzen betragenden Flüssigkeit 2 Drachmen frische Galle von demselben Thiere zugesetzt, und sofort entstand bei kaum merklichem Aufbrausen eine allgemeine Bewegung in der Flüssigkeit, und es erschienen Flocken, welche aber, da sie sogleich wieder verschwanden, nicht mikroskopisch betrachtet werden konnten. Ein Tropfen der Flüssigkeit, schon während des Aufbrausens unter das Mikroskop gebracht, zeigte viele sehr feine Öltröpfchen, welche sich deutlich von einer großen Menge kleiner, bei 300facher Vergrößerung kugelrund erscheinender, solider Körnchen unterscheiden ließen. Nachdem sich die allgemeine Bewegung gelegt hatte, erschienen jene soliden Körnchen etwas gefärbt, und bei 500facher Vergrößerung nicht ganz regelmäßig sphärisch; die meisten derselben mochten an Größe dem sechsten, einige aber auch nur dem zehnten Theile eines normalen Lymphkügelchens gleichkommen. Diese Körnchen schwammen anfangs frei herum, und legten sich dann

gruppenweise aneinander, so daß man auf der Glasplatte beim Eintrocknen die gebildeten Gruppen schon mit unbewaffnetem Auge erkennen konnte. Die Fettbläschen waren entweder ganz verschwunden, oder wenigstens sehr selten geworden. Beim ruhigen Stehen hatte nach 24 Stunden die Flüssigkeit, welche nach dem Zusatze von Galle olivengrün aussah, sich in drei Schichten geschieden, von denen die oberste eine reine grüne Farbe zeigte und ganz klar war, die mittlere dagegen trübe olivenfarbig erschien, und die unterste einen gelblichen Bodensatz darstellte. In der ersten erkannte man unter dem Mikroskope nichts als zahlreiche Öltröpfchen von verschiedener Größe, der Bodensatz bestand aus etwas gefärbten Blättchen oder Schüppchen von deutlich feinkörnigem Gefüge, welche ungefähr so groß als Blutkörperchen waren; die mittlere Schicht konnte nicht für sich allein betrachtet werden, sie schien eine Mischung der beiden andern zu sein.] Beaumont (Nr. 712. S. 119) nahm, nachdem St. Martin Wildpretsbraten und Kaffee genossen hatte, aus dessen Magen den Speisebrei, der eine bräunliche Farbe hatte, und sah, daß derselbe beim Zusatze von Galle milchig wurde, weiße Flocken und einen hellbraunen Bodensatz bildete. m) Speck oder Öl löste sich im Magensafte leichter auf, wenn Galle zugesetzt wurde (ebd. S. 161. 207). Eine durch künstliche Verdauung gebildete Auflösung von Fleisch in Magensafte schied sich beim Zusatze von Galle, pankreatischem Safte und verdünnter Salzsäure in eine molkenfarbige Flüssigkeit, welche unvollkommner Chylus zu sein schien, ein rahmartiges Häutchen an der Oberfläche und einen rothbraunen Bodensatz (ebd. S. 82. 116 fg.); in einem ähnlichen Falle entstand nach dem Zusatze von Galle, die durch Erbrechen erhalten war, einiges Aufbrausen, ein feines Gerinnsel und ein gelber Niederschlag (ebd. S. 200); zu bloßem Magensafte gesetzt, verursachte die Galle keinen Niederschlag (ebd. S. 118). Nach Leuret und Lassaigne (a. a. O. p. 145) wurde Brod in Galle enthaltendem Darmsafte früher erweicht als in bloßem Magensafte. n) Die von Purkinje und Pappenheim (Nr. 196. L. S. 211) bereitete künstliche Verdauungsflüssigkeit zeigte sich, wenn ihr Galle zugesetzt war, unwirksam, und ließ das gekochte Eiweiß unauf-

gelöst. [Zusatz von Ernst Burdach. Frische Galle zu der aus Magenschleimhaut, Wasser und Salzsäure bereiteten Verdauungsflüssigkeit gesetzt, befördert nicht nur nicht, sondern verzögert sogar die Auflösung von solchen Stoffen, an welchen, wie an Eiweiß, Fleisch u. s. w., die verdauende Kraft jener Flüssigkeit überhaupt deutlich wahrgenommen werden kann; und zwar ist es dabei einerlei, ob man die Galle schon vor oder erst nach dem Beginn der Auflösung zusetzt. Diese Wirkung der Galle kann nicht überraschen, wenn man bedenkt, daß durch den Zusatz derselben ein Theil des Säuregehaltes in der Verdauungsflüssigkeit gebunden wird, und daß die Schnelligkeit, mit welcher die Zersetzung jener Stoffe bei der künstlichen Verdauung erfolgt, mit der Menge der in der Verdauungsflüssigkeit enthaltenen freien Säure bis zu einer gewissen Höhe (nach meiner Erfahrung bis zu 20 Tropfen Salzsäure auf 1 Loth Wasser) in geradem Verhältnisse steht. Bei Substanzen dagegen, deren Hauptbestandtheile Stärkemehl und Kleber sind, z. B. Kartoffeln, Hülsenfrüchte und Getraidekörner, scheint die Zersetzung durch Galle befördert zu werden. Da diese Substanzen nur höchst geringe Empfänglichkeit für die verdauende Kraft der künstlichen Verdauungsflüssigkeit äußern, da z. B. Erbsen sich noch nach 14 Tage lang fortgesetztem Digeriren in Form, Farbe und sonstigem Aussehen unverändert zeigen, hat jene Bemerkung vielleicht keinen Werth in Beziehung auf den natürlichen Verdauungsproceß, indessen erlaube ich mir doch, einige Erfahrungen für dieselbe anzuführen. Sieben in Wasser aufgequollene weiße Erbsen, zusammen 1 Drachme wiegend, und 4 Tage der Verdauungsflüssigkeit unterworfen, wogen nachher im noch feuchten Zustande 58½ Gran, hatten also nur 1½ Gran an Gewicht verloren; sieben andere eben so schwere Erbsen, eben so lange, aber mit einem Zusatze von 30 Gran Galle digerirt, wogen nachher nur 58 Gran, obgleich sie selbst von aufgenommener Galle grün gefärbt waren, und etwas auf dem Filtrum gebliebener galliger Rückstand mitgewogen wurde. Sechs trockne weiße Erbsen, welche zusammen 24 Gran wogen, gaben ein noch auffallenderes Resultat, indem sie nach achttägigem Digeriren und darauf erfolgtem Austrocknen mit Galle

behandelt nur 16 Gran, ohne Galle 19½ Gran wogen. Eine Drachme aufgequollene Reiskörner hatten nach viertägigem Digeriren ohne Galle 59 Gran Rückstand, mit Galle nur 58 Gran, obgleich auch hier der zwischen den einzelnen Körnern liegende Rückstand von Galle mit zur Wägung kam. Eine Drachme rohe Kartoffeln endlich gab unter denselben Verhältnissen ohne Galle 56 Gran, mit Galle 54 Gran Rückstand. Ein anderer Einfluß der Galle auf die künstliche Verdauung zeigte sich mir darin, daß ein Zusatz derselben den durch Abdampfen von filtrirter Verdauungsflüssigkeit, in welcher irgend ein Stoff aufgelöst worden ist, erhaltenen Rückstand in Weingeist löslicher machte, so daß es mir scheint, als ob die Galle die Bildung von Osmazom befördere. Eiweiß, Fleisch und Roggenbrod, von jedem eine Drachme, wurden mit je 6 Drachmen Verdauungsflüssigkeit 4 Tage lang digerirt, und zwar in doppelten Portionen, von denen immer die eine einen Zusatz von ½ Drachme Galle erhielt, die andere ohne diesen blieb. Vom Eiweiß und Fleisch war nach dieser Zeit in der mit Galle versetzten Portion mehr unaufgelöst geblieben als in der andern; bei dem Brode war dies nicht so ersichtlich, da dasselbe in beiden Portionen zerbröckelt auf dem Boden lag. Sämmtliche Portionen wurden nun filtrirt, und es blieben dabei auf dem Filtrum zurück:

von dem Eiweiße mit Galle	5 Gran,	ohne Galle 1½ Gran,
von dem Fleische mit Galle	33 —	ohne Galle 23 —
von dem Brode mit Galle	42 —	ohne Galle 38 —

Die durchgeseihte Flüssigkeit, welche bei den Portionen mit Galle etwas trübe, bei den andern ganz klar war, wurde nun abgedampft, und es blieb hiernach an trockner Substanz zurück:

von dem Eiweiße mit Galle	31½ Gran,	ohne Galle 31 Gran,
von dem Fleische mit Galle	24 —	ohne Galle 28 —
von dem Brode mit Galle	17½ —	ohne Galle 11 —

Auf diese trockne Substanz wurde nun Weingeist gegossen, nach 24 Stunden das Ganze filtrirt, und endlich der durchs Filtrum gegangene Weingeist wieder abgedampft. Dies ergab:

	in Weingeist löslich		in Weingeist unlöslich	
	mit Galle	ohne Galle	mit Galle	ohne Galle
Eiweiß	25 Gran	12 Gran	$6\frac{1}{2}$ Gran	19 Gran
Fleisch	13 —	9 —	11 —	19 —
Brod	16 —	5 —	$1\frac{1}{2}$ —	6 —].

C) Es scheint hiernach unzweifelhaft, daß die Galle auf die Verdauung einen wesentlichen Einfluß ausübt, und es würde nun darauf ankommen, die Art ihrer Wirkung zu bestimmen. Wir haben hier zu berichten nicht nur über die Meinungen derer, die ihren Antheil an der Chylusbildung anerkennen, sondern auch derer, welche die entgegengesetzte Ansicht haben. o) Daß sie den Darm zu einer regern Thätigkeit und Bewegung reize (§. 932. a), wird von Niemandem in Abrede gestellt; und wenn Schultz (Nr. 691. p. 108 sqq.) annimmt, sie vermehre auch die Muskelkraft des Darms, da sie einen längern Aufenthalt des Speisebreies daselbst veranlasse, so möchten die allgemeinen Gesetze der Reizung diese Wirkung wohl richtiger erklären. Allgemeine dynamische Ansichten von der Mitwirkung zur Chylusbildung, wie von Grimaud (Nr. 98. II. p. 251. 273), daß die Galle ein von Leben durchdrungener, durch lebendige und specifische Gährung entstandener, und daher auch eigenthümlich wirkender Saft sei, oder von Schultz (Nr. 243. 1826. S. 522), daß sie die Aufhebung der physikalischen Eigenschaften der Nahrungsmittel vollende, und der mitgetheilten Richtung zur bestimmten organischen Bildung das Übergewicht ertheile, setzen den Gegenstand noch nicht in das gehörige Licht. Und wenn andererseits Truttenbacher (Nr. 761. S. 28. 50) behauptet, sie wirke nicht auf Bildung des Chylus, sondern ziehe von der im Übermaaße aufgenommenen Nahrung den überschüssigen Theil an sich, und verbinde sich mit ihm, so daß er für den Organismus unschädlich werde, indem beide in einander ihr Gegengift finden sollen, so dürfte es noch der Aufklärung bedürfen, wie diese wohlthätige Wirkung zu Stande kommt. p) Auch allgemeine chemische Erklärungen lassen noch Manches zu wünschen übrig. Saunders nahm an, die Galle begegne durch ihr Harz der freiwilligen Zersetzung animalischer Speisen, und durch ihre Bitterkeit der Fäulniß derselben; so soll

sie auch nach Leuret und Lassaigne (a. a. O. p. 193) durch Neutralisirung die Gährung hemmen; nach Gmelin (Nr. 149. II. S. 1517) die faulige Zersetzung hindern; und nach Eberle (Nr. 713. S. 314) durch ihren Gehalt an Harz und Fettsäure, die sonst schnell vorschreitende Zersetzung des Speisebreies verlangsamen. Allein der durch Magen- und Darmsaft gesäuerte Speisebrei ist zur Fäulniß wenig geneigt, und an dem weißen Darmkothe bei der Gelbsucht ist keine so bedeutende Zersetzung zu bemerken. — Die Galle wirkt, als Arzneimittel gegen mancherlei Gerinnungen und Verhärtungen angewendet, verflüssigend, und so kann sie vielleicht auch auf den noch festen Theil des Speisebreies auflösend einwirken; wirklich erschienen in einem Falle von widernatürlichem After die abgehenden Stoffe, wenn ihnen bisweilen keine Galle beigemischt war, viel weniger aufgelöst und ließen auf dem Filtrum viel mehr Rückstand, als wenn sie Galle enthielten. Da aber die sauren Verdauungssäfte schon auflösen, so läßt sich vermuthen, daß die ihnen widerstehenden Stoffe von der Auflösungskraft der Galle angegriffen werden. So erklärte denn schon Haller (Nr. 95. VI. p. 608 sq. VII. p. 74), die Galle mische das Ungleichartige, namentlich das Fett mit dem Wasser, und bilde so den Chylus, der eine Emulsion sei; auch nach Leuret und Lassaigne und nach Gmelin soll sie das Fett auflösen oder in eine Suspension bringen, in welcher es leichter eingesogen werden kann; und gleich ältern Chemikern hat neuerlich auch Demarçay (Nr. 685. LXVII. p. 177 sqq.) die Galle im Wesentlichen für eine Art Seife erklärt, die aus Natrum und einer eignen Fettsäure (acide choléique, aus 0,637 Kohlenstoff, 0,244 Sauerstoff, 0,083 Wasserstoff und 0,036 Stickstoff bestehend) zusammengesetzt sein soll; auch spricht selbst die mikroskopische Beobachtung (§. 941. m) bei künstlicher Verdauung für eine seifenartige Wirkung. Allein die Auflösung von Fett kann nicht die eigentliche Bestimmung der Galle sein, denn diese wäre sonst nur auf besondere Fälle, nämlich den Genuß fetter Nahrung berechnet und bei den grasfressenden Thieren zwecklos. Vielleicht könnte aber die auflösende Kraft auf einheimische Substanzen des Darmcanals sich beziehen: so glaubte

Saunders, der seifenartige Theil der Galle wirke gegen die Zähigkeit der Auswurfstoffe; nach Matteucci (Nr. 196. XL. S. 131) aber wird der durch die Säure des Magensaftes aus den Nahrungsmitteln gebildete, aus Flocken und Kügelchen bestehende Eiweißstoff, um eingesogen werden zu können, durch das Laugensalz der Galle und des pankreatischen Saftes verflüssigt. q) Am offenbarsten ist die Neutralisirung der Säure (§. 945. d. 946. c): Sylvius (Nr. 95. VI. p. 447 sqq.) nahm an, die Galle scheide den Chylus vom Kothe durch Besiegung der Säure des pankreatischen Saftes, und einige seiner Nachfolger wollten bei Vivisectionen ein wirkliches Aufbrausen in der Vermischung beider Säfte erkannt haben. Da aber die Gegenwart einer freien Säure im pankreatischen Safte nicht bestätigt wurde, so erkannte man seit Haller (ebd. p. 609) die Wirkung der Galle gegen die Säure des Speisebreies allgemein an. Über die Art der Entsäuerung sind aber zwei entgegengesetzte Theorien aufgestellt worden: nach der einen erfolgt sie durch Oxydation des Gallenstoffs und bewirkt die Bildung von Chylus; nach der andern besteht sie in Neutralisirung des Laugensalzes und hat keine neue Bildung organischer Substanz zur Folge. r) Autenrieth (Nr. 97. II. S. 98 fgg.) hatte sich nach den Untersuchungen von Werner, Reuß und Emmert folgende Ansicht gebildet. Der Gallenstoff (§. 826. m) ist sehr geneigt Sauerstoff an sich zu ziehen, und verwandelt sich bei dieser Oxydation schon an der freien Luft in Gallenharz. So wirkt denn die Galle auf verschiedene Substanzen desoxydirend: sie giebt dem arteriösen Blute eine venöse Farbe und hindert seine Gerinnung, giebt dagegen dem Blute seine Gerinnbarkeit wieder, wenn es diese durch Auflösung in Essigsäure verloren hatte, so wie letztere das durch Galle flüssig erhaltene Blut wieder zum Gerinnen bringt; auch hält sie die saure Gährung von gährungsfähigen Körpern ab, so daß diese aus der weinigen Gährung sogleich in die faulige übergehen. Nun bildet sie bei der Zumischung zum Speisebreie einen Niederschlag von weißen Flocken: dies ist kein in ihr vorhanden gewesener Bestandtheil („Eiweißstoff"), denn wenn man ihr eine andere Säure oder Weingeist zusetzt, so erfolgt ein weit geringerer Niederschlag;

27 Gran Speisebrei gaben schon mit 14 Gran Galle 3¼ Gran Niederschlag, während eben so viel Essig mit 18 Gran Galle nur 2⅔ Gran gab; 4 Scrupel Speisebrei gaben mit 1 Drachme Galle 9 Gran trocknen Niederschlag, während eben so viel Weingeist aus 1 Drachme Galle nur 3⅘ Gran niederschlug: jener weiße Niederschlag rührte also nicht aus der Galle allein, sondern auch aus dem Speisebreie her, und enthielt ⅓ Eiweißstoff, denn von 6 Gran getrocknetem Niederschlage löste kaustisches Kali 4 Gran auf (Nr. 358. VIII. S. 34). Nach dem Zutritte der Galle ist der Speisebrei entsäuert: bei Pferden, wo die Galle nur tropfenweise zutritt, verliert er seine freie Säure später als bei Thieren, die eine Gallenblase haben; tritt keine Galle in den Darm, z. B. bei Atrophie der Kinder, so bekommt der Koth einen säuerlichen Geruch, und die überschüssige Säure zeigt sich in Erweichung der Knochen und in Gerinnungen der Lymphe. Die Galle wirkt auf den Speisebrei nicht durch ihr Natrum, denn Laugensalze bringen in ihm keine Fällung hervor. Sie wirkt vielmehr dadurch, daß ihr Gallenstoff durch die Säure des Speisebreies oxydirt und in Harz verwandelt wird, welches mit dem Kothe abgeht: ist die Galle durch Stehen an der freien Luft oxydirt worden, so giebt sie kaum noch eine Spur von Niederschlag aus dem Speisebreie, und das durch Weingeist ausgezogene und eingedickte Gallenharz verursacht gar keine Fällung. Der weiße Niederschlag ist demnach der durch gegenseitige Wirkung von saurem Speisebreie und Galle gebildete Chylus, denn er ist gleich diesem entsäuert und eiweißstoffhaltig. Er steht aber noch auf der ersten Stufe der Entsäuerung, und ist fest, da die Verflüssigung der Nahrungsstoffe von der Säure des Magensaftes abhing; durch weitere Entsäuerung wird der geronnene Chylus wieder verflüssigt, um eingesogen werden zu können. So wird nach Senebier (Nr. 639. S. 391) auch die durch Magensaft coagulirte Milch durch Galle größtentheils in eine weiße Flüssigkeit verwandelt. — Ziemlich damit übereinstimmend sind die Ansichten von J. F. Ackermann (phys. Darstellung der Lebenskräfte III. S. 88 fg.), nach welchem der Speisebrei vermittelst der desoxydirenden und hydrocarbonisirenden Galle in Chylus verwandelt wird; von Prout (a. a. O. S. 227),

nach welchem beim Zutritte der Galle zum Speisebreie Gas entwickelt, die Mischung neutral, der Gallenstoff gefällt, und Eiweißstoff gebildet wird; und von Schultz (Nr. 243. 1826. S. 510), der die desoxydirende Wirkung der Galle mit der Einwirkung des Sonnenlichts auf die Gewächse vergleicht, und zwar (Nr. 691. p. 108 sqq.) den dabei entstandenen Niederschlag nicht für Chylus hält, aber doch die Erzeugung einer indifferenten, zur Blutbildung geeigneten Substanz dabei annimmt s) Nach Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. I. S. 362 fg.) verbindet sich die Salzsäure des Speisebreies mit dem bisher an Kohlensäure und Essigsäure gebundenen Natrum der Galle, und schlägt aus dieser Schleim, so wie einen großen Theil ihres Färbestoffs, Gallenfetts und Gallenharzes nieder; der von Autenrieth für Chylus gehaltene Niederschlag ist also Schleim, wie solcher durch jede Säure aus der Galle niedergeschlagen wird. Eberle (Nr. 713. S. 312 fg.) unterschreibt diese Meinung. Wenn aber nach dieser Ansicht der Speisebrei durch die Galle entsäuert wird und aus derselben einige Stoffe dagegen empfängt, so scheint es ein Widerspruch zu sein, wenn zugleich der Galle aller Einfluß auf die Chylusbildung abgesprochen wird; und wenn bemerkt wird, daß Pikromel und Cholsäure der Galle weder im Kothe, noch auch im Chylus zu finden ist, so scheint dies nicht wohl zu vereinen mit der Behauptung, daß in den Verdauungsorganen nur ein Übergang der aufgelösten Nahrungsstoffe in das Gefäßsystem ohne Bildung neuer Substanz statt finde. Übrigens ist eine vollständige Widerlegung der von Autenrieth aufgestellten Theorie noch nicht gegeben, und weitere Untersuchungen dürften wohl zeigen, daß sie nicht gänzlich verworfen zu werden verdient.

s.

D) Noch unwissender sind wir über die Wirkungen des pankreatischen Saftes. Wenn Eberle (a. a. O. S. 312) ihn für ein Analogon des Darmsaftes erklärt, weil das Pankreas eine Fortsetzung des Darms sei, so könnten wir mit gleichem Rechte dasselbe von der Galle aussagen; und wenn er ihm die Wirkungen zuschreibt, die er an dem von ihm künstlich nachgebildeten pankreatischen Safte bemerkte, so hatte er wohl eine sehr unsichere Grundlage seiner Lehre, die zum Glücke nichts Eigenthümliches

D.

t. enthält, gewählt. t) Nach Haller (Nr. 95. VI. p. 451 sq. VII. p. 75) verdünnt der pankreatische Saft die Galle und mäßigt die Schärfe der Galle, insbesondere der Blasengalle, damit der Darm nicht zu stark gereizt werde, und den Speisebrei nicht zu schnell fortführe; denn der pankreatische Gang münde besonders nur bei denjenigen Thieren, welche mit einer Gallenblase versehen sind, in der Nähe des Gallenganges; nach Unterbindung desselben oder nach Ausschneiden des Pankreas bekamen manche Hunde galliges Erbrechen, oder zeigten große Freßgier und vielen Durst. Da Werner (Nr. 358. VIII. S. 33) bemerkte, daß die Galle, wenn er sie mit Wasser verdünnt hatte, aus dem Speisebreie einen reichlichern Niederschlag bildete, so hielt er es für möglich, daß der pankreatische Saft zu ihrer Verdünnung bestimmt sei. Eberle (a. a. O. S. 325 fg.) nimmt dasselbe an, mit dem Zusatze, daß die Essigsäure dieses Saftes mit dem Natrum der Galle sich

u. verbinde. u) Es kann nicht fehlen, daß auch der Speisebrei verdünnt wird. Dies nahm auch Haller (a. a. O.) an, da bei einigen gefräßigen Thieren der pankreatische Saft in den Magen tritt, bei Vögeln, die nicht saufen, das Pankreas sehr groß ist, und Hunde, denen dasselbe ausgeschnitten war, sehr trockne Darmausleerungen und wegen des Abganges unverdauter Nahrung ungewöhnlich viel Hunger hatten. Krimer (Nr. 511. S. 63. 96) schreibt dem pankreatischen Safte außer der neutralisirenden und assimilirenden auch eine verdünnende und auflösende Wirkung zu: er bemerkte, daß bei Krankheiten des Pankreas Hartleibigkeit und Abmagerung eintritt, und daß bei Thieren, denen er dasselbe ausgeschnitten hatte, der Speisebrei im Darme dicker als sonst und schwach sauer blieb. Nach Eberle (a. a. O. S. 327) soll außer der Verflüssigung auch eine Vertheilung des Fettes, wodurch dieses als Emulsion in den Chylus kommt, bewirkt werden, auch ein großer Theil seiner Bestandtheile in den Chylus übergehen.

v. v) Nach Tiedemann und Gmelin (a. a. O. I. S. 364) endlich assimilirt der pankreatische Saft vermöge seines Gehaltes an Eiweißstoff und Käsestoff, als stickstoffreichen Substanzen (Nr. 149. II. S. 1517) die aufgelösten Nahrungsstoffe, weshalb denn auch bei pflanzenfressenden Thieren das Pankreas größer ist als

bei fleischfressenden. — Hier, wie in vielen andern Puncten, können wir also nur nach Gründen der Wahrscheinlichkeit urtheilen. Wir wollen und dürfen die Hoffnung nicht aufgeben, daß immer neue, auf die bisher gewonnenen Resultate sich stützende Forschungen uns weiter führen werden. Können wir aber auch über die Einzelnheiten, durch welche ein verwickelter Act zu Stande gebracht wird, nicht zu vollständigem Verständniß kommen, sondern nur Vermuthungen aufstellen, so reicht doch schon die Zusammenstellung und Erwägung der bekannten Thatsachen hin, uns eine allgemeine Ansicht des Herganges überhaupt zu schaffen. Und so ist es denn auch Zeit, das Wesen der Verdauung ins Auge zu fassen.

Das Wesen der Verdauung.

§. 952. Die Verdauung besteht wesentlich nicht in einem Übergange der Nahrungsstoffe in das Lymphsystem, sondern in Bildung neuer Stoffe. A) Die Betrachtung, daß jedem organischen Wesen die Substanz anderer als Nahrung dient, kann zu einer entgegengesetzten Ansicht leiten. Leben ja doch die Thiere von andern Thieren oder von Pflanzen, so wie letztere wiederum in der mit animalischen oder vegetabilischen Stoffen geschwängerten Erde ihre Nahrung finden. Hiernach scheint die Ernährung nichts anderes als eine Wanderung der organischen Materie zu sein, so daß diese, nachdem sie eine Zeit lang den einen lebenden Körper ausgemacht hat, die Substanz eines andern bildet. Und da die Fortdauer des Lebens von dem Eintritte solcher organischen Materie abhängt, so scheint diese selbst lebensfähig und der Grund alles individuellen Lebens zu sein, indem sie überall in individuelle Formen eingeht, und hinter diesen ihre Identität verbirgt. So zeigt sich denn ein allgemeines Leben, eine Verknüpfung und Verwandtschaft aller lebenden Wesen: die organische Materie wird durch ein längeres Verhalten in einer bestimmten, individuellen Form entkräftet; um sich zu verjüngen, wandert sie aus, vom Streben nach Allgemeinheit getrieben, zieht dann aber wieder in andere Formen ein, um von Neuem das Leben zur Erscheinung zu brin-

A.

gen. Sie ist mithin in einem steten Kreislaufe begriffen; die Individuen, als ihre zeitlichen Träger, gehen continuirlich unter, und indem sie nun andern als Nahrung dienen, ersteht in diesen wieder das dort erloschene Leben, so daß in stetem Wechsel der Einzelheiten das Ganze unverändert sich erhält. — Diese Ansicht ignorirt alles wahrhafte Werden, erklärt es nur für scheinbar, und leitet es von einem gegebenen Dasein ab, welches überall identisch und unzerstörbar sein soll, wie wir es in der Natur nicht finden, und dessen Ursprung nur in einer längst untergegangenen oder außer Wirksamkeit gesetzten Kraft gesucht werden kann; sie stützt sich also auf eine hyperphysische Fiction, welche eben so sehr der Vernunft widerstrebt, als gegen die Erfahrung streitet, und sieht sich am Ende doch genöthigt, etwas Immaterielles anzuerkennen, welches überall die besondern Formen bestimmt, und dessen Zugeständniß die Annahme einer lebensfähigen Materie überflüssig macht. Wir haben sie aber bereits in Beziehung auf Zeugung als Panspermie (§. 312) und Syngenese (§. 313) mit allgemeinen Gründen bestritten; und bemerken hier vorläufig nur, daß nach dieser Ansicht die Nahrhaftigkeit eines organischen Theils mit dessen Lebendigkeit in geradem Verhältnisse stehen müßte, die Erfahrung aber dagegen spricht, indem Gehirn, Lungen und Herz weniger Nahrung gewähren als Muskeln und Knochen. Wir haben aber hier und im Folgenden (§. 953 fg.) besonders nachzuweisen, daß bei der Ernährung neue organische Materie gebildet wird.

B. B) Albin (Nr. 254. III. p. 45) wurde durch die zu seiner Zeit sich geltend machenden materiellen Ansichten nicht gehindert, es anzuerkennen, daß der Organismus die fremde Materie in seine Substanz verwandelt. Fordyce (Nr. 756. S. 102—107) zeigte, daß die Verdauung weder in mechanischer Theilung, bei welcher die specifischen Eigenschaften unverändert bleiben, noch auch in einer chemischen Auflösung besteht, da diese nicht für die verschiedensten Substanzen durch ein und dasselbe Menstruum bewirkt werden, noch auch aus denselben ein immer gleiches Product liefern kann; daß sie vielmehr (ebd. S. 117—124. 139—144) eine durch die Macht des Lebens bewirkte Trennung und neue eigenthümliche Wiederverbindung der

Elemente ist. Coutanceau (Nr. 616. p. 10—14) erwies ebenfalls, daß der Speisebrei keine Auflösung in dem auf alle Nahrungsmittel gleich wirkenden Magensafte, sondern das Product einer Zersetzung und neuen Zusammensetzung ist, und (ebd. p. 30 sqq.) daß Chylus und Koth nicht im Speisebrei vorhanden sind und bloß von einander geschieden zu werden brauchen, sondern erst gebildet werden. Prout (Nr. 581. XXV. p. 106 sq.) zieht aus seinen Untersuchungen das Resultat, daß der Magensaft die einfachen Nahrungsstoffe zur Bildung eines gleichförmigen Chylus in gewissem Grade umzuwandeln, zu organisiren und zu beleben vermag, und daß er z. B. den Eiweißstoff zuerst auf eine niedere Bildungsstufe zurückführt. So ist auch nach Schultz (Nr. 691. p. 99 sq.) die Verdauung nichts anderes als eine fortschreitende Umwandlung und organische Ausbildung, welche den chemischen Charakter der Nahrungsmittel völlig besiegt: letztere zerfallen im Magen, die chemische Verbindung ihrer Elemente wird aufgehoben, dadurch eine neue organische Verbindung derselben vorbereitet, und zwar zunächst eine indifferente Masse gebildet, die hernach lebendig werden kann. Eben so erklärt sie Hood (Nr. 782. p. 170) für eine neue Bildung nach vorausgegangener Zersetzung, wie es denn auch Magendie (Nr. 247. II. p. 120) anerkennt, daß sie wesentlich nicht in Zerreibung, noch auch in Maceration oder Auflösung besteht. In der That überzeugt uns die Erfahrung, C) daß der Organismus die nächsten Bestandtheile seiner Substanz sich selbst schafft, denn a) sie brauchen sich nicht in den Nahrungsmitteln zu finden. Am augenscheinlichsten ist es, daß die Pflanze ihre eigenthümlichen Bestandtheile nicht aus dem Erdboden zieht, sondern durch ihre Lebendigkeit bildet. Doch nicht minder gewiß ist es, daß pflanzenfressende Thiere so wie Menschen bei bloßer Pflanzenkost die ihnen eigenthümlichen Stoffe selbst erzeugen. Man findet zwar Ähnlichkeiten zwischen gewissen nächsten Bestandtheilen der Pflanzen und des thierischen Körpers. Indeß ist die Ähnlichkeit noch keine Identität; und wir können nicht annehmen, daß der Pflanzenstoff in den ihm analogen animalischen Stoff übergeht. Denn letzterer wird auch dann gebildet, wenn der ihm analoge Pflanzenstoff in der Nahrung fehlt: keine größere

C.

a.

Ähnlichkeit findet sich, als zwischen Öl und Fett; gleichwohl wird letzteres auch ohne den Genuß ölhaltiger Pflanzen gebildet, und der Genuß von diesen ist am wenigsten geeignet fett zu machen. Auch entwickeln sich nicht alle animalischen Substanzen schon in den Verdauungsorganen, sondern manche, z. B. die Gallert, treten erst später hervor. Manche Pflanzensubstanzen, z. B. das Satzmehl, haben gar keine chemische Ähnlichkeit mit animalischen, und sind gleichwohl sehr nahrhaft; und umgekehrt finden manche der letztern, z. B. der Harnstoff, nichts Analoges in der Pflanzennahrung. Vermag nun der Organismus bei Pflanzennahrung seine nächsten Bestandtheile sich selbst zu bilden, so ist es schon im Voraus glaublich, daß er bei animalischer Nahrung dasselbe leistet. b) Bei gleicher Nahrung entsteht ein verschiedenes Mischungsverhältniß in den verschiedenen organischen Körpern. Wie in demselben Boden dicht neben einander Pflanzen wachsen, von denen die eine Zuckerstoff, die andere ätherisches Öl, die dritte narkotischen Stoff u. s. w. enthält, so giebt dieselbe Nahrung in jeder Thiergattung ein eigenthümliches Mischungsverhältniß, welches überall deutlich, hin und wieder auch in stärkern Zügen hervortritt: so unterscheidet sich bei gleichem Fraße z. B. das Stinkthier vom Marder, die Viper von der Ringelnatter; auf Ligustrum vulgare lebt Lytta vesicatoria und Sphinx ligustri, und doch fehlt letzterem das blasenziehende Princip der erstern (Nr. 781. I. S. 388). So dient auch dem einen Thiere als Nahrung, was für das andere Gift ist: manche Raupen nähren sich von scharfen Pflanzensäften, z. B. der Wolfsmilch; Bienen bilden Honig aus giftigen Gewächsen, manche Vögel fressen Canthariden; die Ziege frißt Schierling u. s. w. c) Bei verschiedener Nahrung entsteht ein gleiches Mischungsverhältniß. Eine Pflanze, die ein eigenthümliches Alkaloid enthält, zeigt dasselbe, in welchem Boden sie auch immer gewachsen sein mag; und eben so ernähren sich parasitische Gewächse auf allen Bäumen ohne Unterschied. Einander ähnelnde Substanzen liefert die fleischfressende Zibethkatze, das grasfressende Bisamthier, und der Rinde nagende Biber; jede Art von Canthariden lebt auf eigenen Pflanzen, aber alle haben den blasenziehenden Stoff mit einander gemein. Die Verschieden=

heit der Nahrung hat keine Verschiedenheit in der Substanz und Organisation zur Folge (§. 936. c. d). Ist die Nahrung des Sennen während des Sommers auf Milch und Käse, des Südseeinsulaners auf Fische, des Hindu auf Vegetabilien beschränkt, so entsteht doch keine entsprechende Ungleichheit im Mischungsverhältnisse des menschlichen Körpers. d) Die Beschaffenheit der Nahrungsmittel hat allerdings Einfluß auf die Art der Ernährung, aber nur einen untergeordneten. Da nämlich irgend welche fremdartige Stoffe in den Verdauungsorganen (§. 865. 898. h. 902. i) eben so gut als an andern Stellen (§. 898. b. d. f) eingesogen werden, so können, während der Organismus die ihm eigenthümlichen Stoffe bildet, Bestandtheile der Nahrung mit denselben in die Masse der Säfte übergehen (§. 865). So mag dies der Fall sein, wenn die Früchte nach Senebier von zu starker Düngung des Bodens einen Geschmack nach Dünger bekommen; wenn die Polypen, die beim Mangel an Nahrung farblos sind, die rothe, grüne oder schwarze Farbe der Thiere annehmen, welche sie verschlungen und verdaut haben (Nr. 136. S. 61 fgg. 172 fgg.); wenn dasselbe bei Räderthieren (ebd. S. 175) und Wasserflöhen (ebd. S. 164) der Fall ist; wenn beim Chirocephalus in einer Auflösung von Carmin oder Indigo zuerst der Darm, bald aber auch die Substanz aller übrigen Theile davon gefärbt wird (Nr. 269. p. 233); wenn bei Insecten die Farbe des Bluts im Rückengefäße der verschiedenen Nahrung entspricht (Nr. 268. S. 28. Nr. 361. I. S. 601); wenn nach Thaer Fleisch und Speck der Schweine von Eichelmast fester wird als von Bucheckermast u. s. w. Man hat bei jungen, noch saugenden Katzen und Hunden das Serum des Blutes milchweiß gefunden, vermöge des mit dem neu gebildeten Chylus aufgenommenen Fettes; aber es war darum keine Milch, denn Mayer (Nr. 196. XXVI. S. 227) fand darin keinen Käsestoff, und wenn er es daher den Molken ähnlich nennt, so behauptet er deshalb nicht, daß es wirklich Milchzucker enthalten habe. In andern Fällen kann durch die entfernten Bestandtheile des Nahrungsmittels der Bildung eine bestimmte Richtung gegeben werden, so daß ihr Erzeugniß entweder danach modificirt wird, wie

wenn der Wein nach Beschaffenheit des Erdreichs einen verschiedenen Geschmack hat; oder vorzugsweise in einer entsprechenden organischen Substanz besteht, wie wenn nach Tessier und Hermbstädt (Nr. 578. 1824. S. 64. 72) die Pflanzen bei einem an Stickstoff und Phosphor reichen Dünger, namentlich von Rinderblut oder Menschenkoth, mehr Kleber, dagegen bei Düngung mit Mist von Pferden oder Rindern, der weniger Stickstoff enthält, mehr Stärkemehl bilden. Endlich können auch Substanzen eingesogen werden, welche sich gar nicht auf die Ernährung beziehen, vielmehr dem Leben feindlich sind, wie denn z. B. Pflanzen in einer Auflösung von schwefelsaurem Kupfer viel davon einsaugen und nach wenigen Tagen absterben, und wie ihre Wurzelspitzen solche Gifte besonders leicht einsaugen, wenn ihr Gewebe desorganisirt ist (Nr. 675. I. S. 57). D) Von entfernten Bestandtheilen erscheinen hin und wieder einige im organischen Körper, die man in den Nahrungsmitteln entweder gar nicht, oder nicht in hinreichender Menge, um sie aus dieser Quelle ableiten zu können, antrifft. Nun ist es zwar wohl möglich, daß die Zahl der einfachen Körper geringer ist, als die Chemie in unsern Tagen sie aufstellt, und daß der Organismus aus den wirklichen Elementen unorganische Stoffe zu bilden vermag, deren Zerlegung der Chemie noch nicht gelungen ist. Indessen ist dies nicht zu erweisen, so lange man jene Erfahrungen verdächtigen, und vermuthen kann, daß die unzerlegbaren Stoffe, die man im organischen Körper gefunden hat, in den Nahrungsmitteln nur übersehen oder auf andern Wegen zugeführt worden sind. Gewiß ist es aber, daß bei ganz verschiedenen Verhältnissen solcher Stoffe in den Nahrungsmitteln der Organismus die ihm eigenthümliche Proportion derselben sich schafft. Wenn Montegre (Nr. 641. p. 44) mit Unrecht die Wirksamkeit des Magens auf eine vitale und elective Absorption beschränkt wissen will, so dürfen wir uns hingegen die Herstellung einer bestimmten Proportion der einfachen Stoffe unter dem Bilde einer Wahlanziehung denken, vermöge deren die organische Substanz von jedem der ihr dargebotenen Stoffe so viel aufnimmt, als gerade zu ihrer Sättigung erforderlich ist. Aber die hier zum Grunde liegende Ver-

wandtschaft wird durch den jedem Organismus eigenthümlichen Typus bestimmt. e) Wenn auch die unorganischen Bestandtheile der Pflanze im Ganzen genommen denen des Erdbodens entsprechen, so stehen sie doch in einer andern Proportion zu einander als in ihm. Jedes Gewächs hat seinen bestimmten Gehalt an Erden und Salzen, in welchem Boden es auch immer seine Nahrung gefunden haben mag: so enthält der Senf Schwefel, der Tabak Salpeter u. s. w. Lampadius (Nr. 810. III. S. 190 fgg.) säete Roggen in Gartenerde, in kalkige Erde, in reinen Quarzsand, in Töpferthon und in weiße Magnesia, indem er überall Kuhmist zusetzte; die Asche aller in diesen verschiedenen Bodenarten gebildeten Samenkörner enthielt dieselben Erden und Salze mit geringen quantitativen Verschiedenheiten; die Asche der in Kalk und Kuhmist gewachsenen Roggenhalme gab 700 Tausendtheile Kiesel, 160 kohlensaures Kali, 70 Braunsteinoxyd, 42 Eisenoxyd, und 20 Thon bei 8 Verlust. Einhof (Nr. 807. III. S. 563) fand in der Asche der Zapfen von Fichten, die in reinem, keine Spur von Kalk zeigendem Sande wuchsen, 0,65 kohlensauren Kalk, 0,24 kohlensaures, schwefelsaures und salzsaures Kali, 0,06 Thon und Talk, 0,04 Kiesel und 0,01 Eisen; eben so in Flechten ungemein viel Kalk, während der Boden keinen enthielt. So enthielten auch nach Braconnot (Nr. 188. IX. S. 134 fg.) Pflanzen sehr viel Kali, ungeachtet die Dammerde, in welcher sie gewachsen waren, bei der sorgfältigsten Analyse keines zeigte. Gerste, in kohlensaurem Eisen gewachsen, enthielt nach John (Nr. 812. S. 260) nicht mehr Eisen als irgend eine andere Pflanze, dagegen kohlensauren und phosphorsauren Kalk. Hyacinthen, in destillirtem Wasser mit kohlensaurem Natrum gezogen, enthielten kein Natrum, sondern neutralisirtes Kali, und auch, wie sonst, eine freie Säure (ebd. S. 170 fgg.); Sonnenblumenpflanzen, in Sand mit salpetersaurem Natrum gezogen, enthielten salpetersaures Kali (ebd. S. 183). John (ebd. S. 75) fand in Flechten, die fern von eisenschüssiger Erde hoch am Wipfel von Fichten vegetirten, eine beträchtliche Menge Eisen, und (ebd. S. 271) in Sonnenblumen, die er in Sand mit kohlensaurem Kupfer gezogen hatte, Eisen, wie schon Delametherie Ähnli-

ches an Pflanzen beobachtet hatte, die in bloßem Wasser gezogen waren. Pflanzen, welche Doubray (Nr. 196. XLV. S. 193) in gepulvertem schwefelsaurem Strontian gezogen oder mit einer schwachen Auflösung von salpetersaurem Strontian begossen hatte, enthielten Kalk und keinen Strontian. Crell (Nr. 208. II. S. 281 fgg.) glaubte gefunden zu haben, daß Pflanzen, welche in destillirtem Wasser und in eingeschloßner Luft wuchsen, unter dem Einflusse des Sonnenlichts Kohlenstoff erzeugten: in dem einen seiner Versuche z. B. gab eine Zwiebel 64 Gran Kohle, und die aus einer andern von gleicher Größe auf die angegebene Weise binnen fünf Monaten gewachsene Pflanze gab 109 Gran, während der Gehalt der Luft in dem dazu gebrauchten Apparate an Kohlenstoff kaum 0,08 Gran betragen konnte. Waren in diesen Versuchen die Fugen des Apparats, ungeachtet sie mit doppelter Blasenhaut umbunden waren, nicht luftdicht verschlossen, so erhellt doch daraus, mit welcher Kraft die Pflanze die zu ihrem Wachsthume erforderliche Menge Kohlensäure aus der Atmosphäre an sich zieht. Eben so scheint es sich mit dem Stickstoffe zu verhalten: die Pflanzen ziehen ihn gewöhnlich aus der Dammerde; enthalten aber auch welchen, wenn sie in einem keinen Stickstoff enthaltenden Boden gewachsen sind, und müssen ihn daher in solchem Falle aus der Atmosphäre geschöpft haben. f) Eben so behauptet der thierische Körper die Proportion seiner entfernten Bestandtheile mit einer gewissen Unabhängigkeit von den Nahrungsmitteln. In den Pflanzen ist Essigsäure, Kali und Kiesel verhältnißmäßig vorherrschend, in den von ihnen sich nährenden Thieren dagegen Phosphorsäure, Natrum und Kalk. Cameron (Nr. 760. p. 64) bemerkt, daß das Blut von Seefischen oder Seevögeln nicht mehr Salz enthält, als das von Thieren, welchen süßes Wasser zur Nahrung dient. Im Hühnereie nimmt während der Bebrütung der Gehalt an Kalkerde zu (§. 465. e), wie unter Andern auch Abernethy (Nr. 556. S. 96) beobachtete. Vauquelin (Nr. 433. 1799. I. S. 298 fgg.) fütterte ein Huhn während 10 Tagen mit 483,8 Grammen Hafer, und untersuchte den Erdgehalt einer gleichen Menge Hafer, so wie des

während dieser Zeit ausgeleerten Kothes und der gelegten vier Eier, und erhielt folgendes Resultat:

	im Hafer	im Kothe	in den Eiern
Kieselerde	9,342	8,067	0
Phosphorsaurer Kalk .	5,944	11,944	0
Kohlensaurer Kalk . .	0	2,547	19,744

Das Thier hatte also 1,275 Grammen Kiesel weniger, dagegen 6 Grammen phosphorsauren und 22,291 Grammen kohlensauren Kalk mehr ausgeleert, als mit der Nahrung aufgenommen. Perlhühner fraßen nach Doubray (a. a. O. S. 200) gepulverten Strontian, da ihnen jede andere Erdart entzogen war, und legten Eier, deren Schale anfangs nur eine Spur von Strontian, späterhin wenig oder gar keine Erde enthielt. Macaire (Nr. 685. LI. p. 376 sqq.) stellte eine Elementaranalyse des Kothes und des Chylus von einem bloß mit Gras gefütterten Pferde und von Hunden, die seit mehrern Tagen fast bloß Fleisch gefressen hatten, an, und fand

	im Chylus		im Kothe	
	der Hunde	des Pferdes	der Hunde	des Pferdes
Kohlenstoff . . .	552	550	419	386
Sauerstoff . . .	259	268	280	290
Wasserstoff . . .	66	67	59	66
Stickstoff	110	110	42	8
Unorganische und erdige Substanz oder Verlust	23	15	200	250

Mit dem Kothe war also bei Fleischnahrung, derselben entsprechend, mehr Kohlenstoff und viel mehr Stickstoff, dagegen weniger Sauerstoff, Wasserstoff und Salze abgegangen, als bei vegetabilischer Nahrung. Aber die Fleischnahrung hatte dem Chylus etwas weniger Sauerstoff und Wasserstoff, und etwas mehr Kohlenstoff, jedoch nicht mehr Stickstoff geliefert als die Grasfütterung. Berzelius (Nr. 208. XII. S. 305) bemerkte selbst, daß das Rinderblut weniger verbrennlich ist als Menschenblut, und auch bei langsamem Verbrennen an freier Luft kohlensaures Ammonim giebt, mithin mehr Stickstoff enthält. Nun ist zwar Stickstoff im Kleber und Pflanzeneiweißstoffe, und nach Gay Lussac (Nr.

685. LIII. p. 110) in allen Samenkörnern enthalten; daß aber das Gras weniger davon enthält, als das Fleisch, ist unbestreitbar. Da nun der Chylus bei Grasfütterung eben so viel oder noch mehr davon enthält als der bei Fleischfütterung, so muß entweder der in geringerer Menge in der Nahrung vorhandene Stickstoff vollständiger aufgenommen, oder zum Theil aus der atmosphärischen Luft ersetzt werden; und wenn dieses nicht durch das Athmen geschieht (§. 972. e), so dürfte nur die Luft, welche dem in die Verdauungsorgane gebrachten Wasser beigemischt ist, die Quelle dazu abgeben. Daß der wenigere Stickstoff bei den Pflanzenfressern vollständiger in den Chylus übergeführt wird, ist deshalb wahrscheinlich, weil nach obiger Untersuchung das Pferd durch den Koth, welchem doch die stickstoffreichen Verdauungssäfte beigemischt sind, kaum 1/5 von der Menge Stickstoff absetzte, welche von Hunden ausgeleert wurde. Auch stimmt damit eine Beobachtung Boussingaults (Nr. 803. VII. p. 1157) einigermaaßen überein, nach welcher in den 8392 Grammen Hafer und Heu, die ein Pferd binnen 3 Tagen fraß, und in den 3525 Grammen Koth, die es in diesem Zeitraume ausleerte, folgendes Verhältniß der Bestandtheile sich zeigte:

im	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Erdsalze
Futter	965	114	754	37	130 Grammen.
Kothe	387	51	377	22	163 „

Gannal (Nr. 423. 3. Serie. II. p. 242) behauptet, der stickstoffige Bestandtheil der Pflanzen werde im thierischen Körper nicht assimilirt, und eine Kuh leere mit Milch, Harn und Darmkoth zehnmahl mehr Stickstoff aus, als sie im Futter aufnimmt. Hermann (Nr. 584. CVIII. S. 299) verglich den Gehalt des Koths, den drei Finken binnen 48 Stunden von sich gaben, mit dem einer Quantität Hanfkörner, dergleichen sie in dieser Zeit gefressen hatten, und erhielt in Zehntausendtheilen

	Asche	Wasserstoff	Kohlenstoff	Stickstoff	Sauerstoff
von Hanfkörnern	600	542	5600	1053	2205
vom Kothe	2200	605	3740	1180	2275

§. 953. Die Bildung neuer Substanz setzt eine Zersetzung der gegebenen Materie voraus. Die organische Materie muß ihre

Eigenthümlichkeit aufgegeben haben, der vermöge ihres Antheils am Leben ihr zukommenden Selbstständigkeit beraubt sein, wenn sie einem andern Organismus zur Nahrung dienen und von ihm angeeignet werden soll. A) Nicht lebendige, sondern lebendig gewesene Materie dient als Nahrung. a) Die Pflanzen nähren sich von zersetzter organischer Materie, worin die nächsten Bestandtheile schon mehr oder weniger aufgelöst, und ihre Elemente neue Verbindungen eingegangen sind. Wenn Mistjauche in frischem Zustande in unmittelbare Berührung mit den Wurzeln kommt, so schadet sie dem Wachsthume der Pflanze nach Senebiers Beobachtungen: sie muß erst durch Fäulniß umgewandelt sein, Kohlensäure und Kohlenwasserstoff entwickelt haben, wenn sie als Nahrung wirken soll. John (Nr. 812. S. 237) sah, daß Samenkörner, in Kieselpulver mit Kali und frischem Eiweiß gesäet, starben, und nur dann keimten, wenn letzteres bereits verfault war. b) Während hier die organische Materie nur dann zum Nahrungsmittel wird, wenn sie im Begriffe steht, ganz in das Unorganische zurückzufallen, mithin die Pflanze im Übergange vom Organischen zum Unorganischen wurzelt und die Verknüpfung beider Reiche bezeichnet, lebt das Thier von frischer organischer Substanz, in welcher die nächsten Bestandtheile noch vorhanden sind, und wurzelt somit bloß im Organischen. Das Individuum, dessen Materie zur Ernährung dienen soll, muß abgetödet, seiner Individualität und Selbstständigkeit beraubt werden: ohne diese Tödung erfolgt keine Ernährung. Denn der Charakter des Lebens ist Selbsterhaltung, und so werden denn in den Verdauungsorganen erzeugte Entozoen, so wie durch Zufall eingedrungene Insecten oder Amphibien erst dann verdaut, wenn sie aufgehört haben zu leben. Nur Thiere und Pflanzen niederer Ordnungen können auf und in andern lebenden Pflanzen und Thieren als Schmarotzer leben: ihre Ernährung erfolgt durch ein partielles Töden des Stammorganismus, wobei dieser sich so lange ungestört behauptet, als er dadurch nicht viel mehr als sonst durch die gewöhnlichen Ausscheidungen an Materie einbüßt, und er das Verlorene immer wieder zu ersetzen vermag, oder gar durch den Verlust von den überschüssigen Erzeugnissen seiner reichen Bildungskraft befreit wird.

A. a. b.

c. c) So ist denn das Kauen und Einspeicheln ein fortgesetztes Tödten, welches die Verdauung vorbereitet und begünstigt. Bei Pferden sieht man den ungekauten Hafer unverdaut mit dem Kothe abgehen; giebt man ihnen geschrotenen Hafer, so kann man, wie C. Sprengel angiebt, 1/6 der sonst nöthigen Quantität desselben ersparen. Bei den Vögeln, welche ganze Körner verschlucken, scheinen die ebenfalls verschluckten Sandkörner auf ähnliche Weise die Verdauung zu unterstützen. Das Kochen vernichtet das Leben noch mehr, und macht dadurch die organischen Substanzen leichter verdaulich. Man hat gefunden, daß Pferde gegen 1/3 Hafer weniger als sonst brauchen, wenn man ihn abbrüht.

B. B) Bei der Verdauung erfolgt für immer eine Zersetzung und Aufhebung der bisherigen Verbindung. Auch diejenigen Nahrungsmittel, welche der Substanz des zu ernährenden Organismus schon am nächsten kommen, gehen nicht ohne Rückstand in das Blut: warmes Blut, Fleischbrühe, Milch, Eier werden nicht verdaut, ohne Koth zu geben, also zersetzt zu sein. Sie ernähren nur dann hinreichend, wenn sie im Magen und Darme der zersetzenden Einwirkung der Verdauungssäfte ausgesetzt worden sind; werden sie bei Verschließung der gewöhnlichen Wege in Klystieren beigebracht, so können sie nur kurze Zeit und kümmerlich das Leben fristen, ungeachtet der Dickdarm reichlich einsaugt. Denn das Leben besteht nicht durch äußere Mittheilung, sondern nur durch Selbstbildung. — Die Umwandlung der Materie zeigt sich auch darin, daß manche animalische Gifte, die, in das Blut gebracht, sehr heftig wirken, wenig oder gar keine Wirksamkeit zeigen, wenn sie in die Verdauungsorgane kommen: so das Viperngift (Nr. 185. III. S. 639), der ansteckende Stoff der Hundswuth (Nr. 196. V. S. 169 fg.), der Rinderseuche (Nr. 451. III. p. 68), der Pest (Nr. 95. VII. p. 58) und der Syphilis. In den Pflanzen finden sich die aus dem Boden gezogenen unorganischen Bestandtheile wieder, aber in einem veränderten Zustande und zum Theil mit andern, nicht im Boden vorhandenen Substanzen vermischt: so gaben in Sand mit salpetersaurem Mangan gewachsene Pflanzen Mangan ohne Salpetersäure (Nr. 812. S. 270); andere, in Schwefel mit destillirtem Wasser gezogen, enthielten schwefelsaure Salze; in Sand

mit Salpeter gezogene enthielten außer letzterem auch salzsaures Kali (ebd. S. 202); andere in Sand mit etwas Kali gewachsene enthielten salzsaures und schwefelsaures Kali und phosphorsauren Kalk (ebd. S. 209).

§. 954. Das Nahrungsmittel ist eine Materie, welche die Elementarstoffe des zu ernährenden Körpers einerseits in einem gewissen Gleichgewichte, andererseits in einer leicht aufzuhebenden Verbindung enthält. Es darf also keine zu stark hervorstechende chemische Qualität haben, durch welche sie die Mischung des Organismus verletzen oder auch bloß reizend wirken könnte, sondern muß in Hinsicht auf seinen Gehalt neutral, und in Hinsicht auf den Erregungszustand des Organismus indifferent sein; es darf aber auch keine zu feste Verbindung seiner Bestandtheile sein, muß sich vielmehr durch hohe Zersetzbarkeit charakterisiren. A) Eine Materie ist um so zersetzbarer, je ungleichartiger ihre Bestandtheile, und je mehr diese geneigt sind auseinander zu weichen. Einfache Stoffe, als Phosphor, Natrum u. s. w. können für sich nicht zur Ernährung dienen, in Verbindung mit zusammengesetzter Materie aber theils deren Zersetzung durch Herbeiführung neuer Verwandtschaftsverhältnisse, so wie durch Erregung der lebendigen Thätigkeit befördern, theils mit dem Verdauungsproducte in den Chylus übergeführt werden. Organische Substanzen wirken, wie Thaer und Einhof (Nr. 807. III. S. 290 fg.) es aussprechen, nur während der Fäulniß und Verwesung als Düngungsmittel: animalischer Dünger ist wirksamer als vegetabilischer, weil er eine mehrfache Verbindung von Stoffen enthält, und daher zersetzbarer ist; der Koth ist sehr leicht zersetzbar, und darum besonders geeignet, den Pflanzen als Nahrung zu dienen, und der Koth fleischfressender Thiere hat in dieser Hinsicht Vorzüge vor dem von pflanzenfressenden, da er namentlich auch an Stickstoff reicher ist; eben so gehört zur höhern Fruchtbarkeit eines Bodens auch, daß er außer den Überresten organischer Substanz Thon, Kalk und Talk, Eisen, Kali, Chlor, Phosphorsäure und Schwefelsäure enthält. Haller (Nr. 95. VIII. pars 2. p. 61) meinte, wie die Erdsäfte dem Zimmte sein Arom, dem Zuckerrohr seinen Zucker, dem Bilsenkraut sein Gift geben, so würden im thieri-

A.

schen Körper die schleimigen Säfte aus den Kräutern, die gallertartigen aus dem Fleische, die fettigen aus dem Mehle oder Fette gezogen; eben so hält Berzelius (Nr. 575. S. 231) eine gemischte Nahrung deshalb für nöthig, weil die verschiedenen Bestandtheile des animalischen Körpers durch die Verdauung ersetzt werden müssen, die einfachen Nahrungsmittel aber nur einzelne derselbe darbieten; und Cameron (Nr. 760. p. 21) behauptet in demselben Sinne, der Zeitraum, nach welchem eine andere Nahrung genommen werden müsse, entspreche dem, in welchem der animalische Körper den Bestandtheil verloren habe, der ihm aus derselben ersetzt werde. Allein unmöglich können wir Chylus und Blut als eine solche Collection von Bestandtheilen der verschiedenen Nahrungsmittel halten, wenn wir die (§. 952. a—f) angeführten Thatsachen erwägen. Berzelius erklärt das Fleisch für nahrhaft, weil es Faserstoff, Eiweißstoff, Osmazom, Milchsäure und Salze enthält: aber diese Stoffe gehen nicht unzersetzt in den Chylus, denn wo die Verdauungskraft darnieder liegt, wird ungeachtet einer regen Einsaugung durch die verdaulichsten Fleischspeisen und durch die kräftigsten Brühen der Körper nicht so vollkommen ernährt, wie bei normalem Lebenszustande durch eine gemischte vegetabilische Nahrung, die von allen jenen Bestandtheilen nichts enthält. Der Instinct, welcher allein die Wahl derjenigen Nahrungsmittel, die den jedesmahl zu ersetzenden Bestandtheil liefern, bestimmen könnte, leitet auch zu einer Abwechselung in den Fleischspeisen, ungeachtet sie alle im Wesentlichen dieselben Bestandtheile haben. Cameron (a. a. O. p. 19. 33) behauptet, jedes Nahrungsmittel, bei dessen alleinigem Genusse Leben und Gesundheit bestehen könne, müsse sämmtliche Bestandtheile des Organismus in sich schließen, und erklärt die Milch für das einzige Nahrungsmittel dieser Art, weil sie durch Butter und Käsestoff animalische, durch Zucker und Salze vegetabilische Bestandtheile habe: allein der Milch fehlt der Faserstoff, der Eiweißstoff, der Speichelstoff und vielleicht auch das Osmazom. Boussingault (Nr. 190. 2. Serie. VI. p. 373) hält Kleber und Pflanzeneiweißstoff für die alleinigen vegetabilischen Nahrungsstoffe, und schließt Stärkemehl, Zucker und Gummi davon aus, weil bei

ihrem alleinigen Gebrauche wegen ihres Mangels an Stickstoff das Leben nicht bestehen könne: doch dieser Grund fällt nach dem oben (§. 936. D) Angeführten weg. Der Kleber für sich allein ernährt eben so wenig als das Stärkemehl; beide mit einander verbunden in den Getraidekörnern geben ein gutes Nahrungsmittel, und dennoch besteht nach den oben angeführten Beobachtungen auch beim ausschließlichen Gebrauche der Getraidekörner oder des Mehls das Leben entweder gar nicht oder nur dürftig. Das Mehl aber wird durch den Zusatz von Zucker und Fett nahrhafter, und während Eiweiß und Fett, von einander gesondert, wenig nähren, geben sie, im Eidotter mit einander verbunden, eine reichliche Nahrung. Ungeachtet also diese verschiedenen Substanzen zusammengesetzt und zersetzbar sind, dienen sie doch nur dann zu hinlänglicher Ernährung, wenn sie zu einer in noch höherem Grade zersetzbaren Mischung mit einander verbunden sind. Die Nahrhaftigkeit steht in geradem Verhältnisse zur Zersetzbarkeit, so wie diese zur Vielfältigkeit der Bestandtheile; und hierin finden wir den Grund, weshalb der Organismus nur bei einer mannichfaltigen Nahrung gedeiht. So verwandelt nach Eberle (Nr. 713. S. 73 fg.) selbst die bloße Salzsäure nahrhafte Stoffe um so eher in eine dem Speisebreie analoge Masse, je mehr verschiedene derselben mit einander verbunden sind. B) Dies führt uns nun ganz natürlich zu der Frage, ob nicht auch eine unorganische, die Elemente in leicht zu störendem Gleichgewichte enthaltende Materie als Nahrung dienen könne? Wir fühlen uns gedrungen, diese Frage aufzuwerfen, denn wenn wir sagen, ein organisches Wesen könne sich nur von organischer Materie nähren, so setzen wir eine Reihe ohne Anfang: es könnten dann die organischen Wesen nicht durch eine naturgemäße Entwickelung entstanden sein, sondern ihr Ursprung müßte außerhalb des Reichs der Natur liegen, und diese Annahme müssen wir als eine hyperphysische Fiction zurückweisen. — Die natürlichen Körper lassen sich bis auf einen gewissen Punct zerlegen. Die Gränze der Zerlegbarkeit giebt das Elementare, welches einer weitern Trennung unfähig ist, gewisse Grundeigenschaften besitzt, und durch seine verschiedenen Verknüpfungen die mannichfaltigen Formen der Materie erzeugt. Nun

B.

muß es mehr als ein Element geben: denn wenn ein einiges Alles aus sich erzeugte, so wäre die Materie schlechthin selbstthätig, absolut lebendig, rein geistig, was ein Widerspruch in sich wäre; vielmehr überzeugen wir uns, daß an der Materie keine Veränderung zum Vorschein kommt, außer im Conflicte von Kräften: ohne Gegensatz ungleicher Stoffe ist kein chemischer Proceß möglich. Der durchgreifendste chemische Proceß aber ist die Verbrennung, das in Eins Gehen eines negativ und eines positiv elektrischen Stoffs. Das für immer und schlechthin negative Element ist der einige Sauerstoff. Die gegen ihn positiv sich verhaltenden unzerlegten basischen Stoffe sind zahlreich; unter ihnen aber steht der Wasserstoff oben an, und wir können ihn als das vorzugsweise basische Element betrachten, denn er übertrifft an Entzündlichkeit die übrigen Körper, brennt mit heller Flamme, und wird durch das Verbrennen mit achtmahl so viel Sauerstoff nicht in eine Säure, sondern in eine neutrale Substanz, das Wasser, verwandelt. Nirgends ist die Allgemeinheit der Materie durch Verbindung der entgegengesetzten Elemente zur Indifferenz so vollkommen ausgeprägt wie im Wasser. Ohne Farbe, Geruch und Geschmack, nimmt es die verschiedensten Substanzen in sich auf, so daß sie der Form nach in ihm untergehen, ohne doch in ihrem Wesen eine Veränderung zu erleiden, und umgekehrt verschwindet es selbst beim Eingehen in feste Körper als Krystallwasser und in gasförmige als Dunst, ohne seine Eigenschaften zu verlieren. Gewiß bedarf jeder organische Körper des Wassers zur unmittelbaren Aufnahme in seine Substanz (§. 937. a); allein es wäre auch möglich, daß er welches zersetzte, die beiden gegenseitig gebundenen Grundstoffe befreite, sie dann aber sogleich wieder seiner eigenen Natur gemäß bände und so seine Materie sich bildete. Und wirklich ist das Wasser in den verschiedensten Zeiten von einzelnen Forschern als die Urnahrung betrachtet worden, wie namentlich von Thales, Helmont, Boyle, Eller, Rumford, Lichtenberg (vgl. §. 465. e). a) Die oben (§. 937. c) angeführten Erfahrungen erweisen die Möglichkeit der Ernährung der Pflanze durch reines und selbst destillirtes Wasser. Besonders wichtig aber ist es, daß die hierbei gebildete Pflanzensubstanz ihre gewöhnlichen

Bestandtheile zeigte. Duhamel (Nr. 173. 1748. p. 275) erhielt bei Destillation der Gewächse, die er in bloßem Wasser gezogen hatte, dieselben Producte, wie von den im Erdboden gewachsenen. Hyacinthen, in destillirtem Wasser gewachsen, gaben Ellern (Nr. 578. 1746. p. 46) ungleich mehr Asche, als ihre Zwiebel hätte geben können. Abernethy (Nr. 556. S. 81) fand in der Asche von Kohlpflanzen, die er auf Flanell, mit destillirtem Wasser befeuchtet, aus dem Samen gezogen hatte, kohlensaures Kali, Kalk und Eisen; Pflanzen von Pfeffermünze, die er, 30 Gran schwer, in destillirtes Wasser gesetzt hatte, gaben, nachdem sie darin gewachsen waren, 8 Gran Asche, die ebenfalls aus Kali, Kalk und Eisen bestand. Nach Schrader (Nr. 811. S. 31 fgg.) enthielten die in Schwefelblumen und destillirtem Wasser gewachsenen Halme von Roggen und Gerste fünfmahl mehr erdige Bestandtheile als die Samenkörner, aus denen sie gezogen waren. Die Pflanzen, welche Braconnot (Nr. 188. IX. S. 134) aus 2,2 Grammen Senfsamen in Silberglätte mit destillirtem Wasser gezogen hatte, gaben 4,2 Grammen Asche, welche Kalk, Talk und Kiesel enthielt. So erkannte auch Daubeny (Nr. 196. XXXIX. S. 337 fgg.) es als sehr wahrscheinlich an, daß die Gewächse die ihnen eigenen erdigen Bestandtheile selbst erzeugen, wenn sie sie nicht von außen ziehen können, da diejenigen, welche in schwefelsaurem Strontian gewachsen waren, viel mehr Kalk enthielten, als die Samenkörner, aus denen er sie gezogen hatte. Übrigens findet Agardh (Nr. 676. S. 142) das aus diesen Beobachtungen hervorgehende Resultat um so glaublicher, da die großen Bäume in einer Tiefe Wurzeln haben, in der sie keine andere Nahrung als Wasser finden, da ferner Thonerde in dem Erdboden so häufig, in den Pflanzen beinahe gar nicht vorkommt; da man endlich phosphorsaure Erden in den Samenkörnern und doch nicht in Wurzeln und Stengeln findet.

b) Boyle hatte bemerkt, daß eine Kürbispflanze bei ihrem Wachsthume ungleich mehr an Gewicht zunahm, als die Erde, worin sie wuchs, verlor. Helmont hatte einen 5 Pfund schweren Weidenast in ein irdenes Gefäß mit 200 Pfund Erde gepflanzt, diese mit durchlöchertem Eisenblech bedeckt und theils mit destillir-

b.

tem, theils mit Regenwasser begossen; nach fünf Jahren hatte die Weide, ohne die während dieser Zeit abgefallenen Blätter zu rechnen, über 164 Pfund an Gewicht zugenommen, und die Erde nur 2 Pfund verloren. Eller (a. a. O. p. 45) säete einen Kürbiskern in 15 Pfund 10 Unzen Erde; die daraus gezogene Pflanze wog mit ihren Früchten 23 Pfund 4½ Unze und gab über 5 Unzen Asche, während die Erde nur ½ Unze verloren hatte, die durch den Wind weggeweht sein konnte. Mochten nun auch diese Beobachtungen zum Theil nicht mit der gehörigen Vorsicht angestellt worden sein, so stimmen sie doch mit den Versuchen, wo Pflanzen die ihnen eigenthümlichen Bestandtheile enthielten, die in dem Boden durchaus nicht vorhanden waren, in dem Resultate überein, daß die Pflanzensubstanz wesentlich nur aus dem Wasser gebildet wird. Manche kryptogamische Gewächse, z. B. Algen, schwimmen frei im Wasser; unter den Phanerogamen ist dies nur bei der Lemna der Fall. Die übrigen wurzeln im Boden, und dieser scheint, wie unter Andern Eller und Fordyce annahmen, vornehmlich zur Vertheilung und Zersetzung des Wassers zu dienen. Diese Zersetzung läßt sich mit der durch den Galvanismus bewirkten vergleichen: die Wurzel tritt mit dem Boden in eine elektrische Beziehung, und zersetzt das zwischen ihnen befindliche Wasser. c) Braconnot (a. a. O. S. 143 fg.) vermuthet, daß das Wasser auch bei Thieren das Meiste bei der Verdauung thut, da das Leben eine Zeit lang ohne feste Nahrung bestehen kann, und die nahrhaftesten Substanzen das meiste Wasser im Zustande der Zertheilung, wie es zur Zersetzung nöthig ist, enthalten. Die (§. 937. c) angeführten Beobachtungen scheinen dafür zu sprechen; und es fragt sich selbst, ob nicht die in die Verdauungsorgane aufgenommene Erde (ebd. D) auf ähnliche Weise wie bei den Gewächsen für die Ernährung wirken kann. Der Ernährungshergang ist eine dem organischen Reiche gemeinschaftlich zukommende Äußerung des Lebens, muß also im Wesentlichen überall derselbe sein, und nur nach Maaßgabe der verschiedenen Stufen des Lebens anders sich gestalten. Während bei niedern organischen Wesen, wo alle Hergänge einfacher und alle Thätigkeiten auf Production von organischer Materie gerichtet sind, die

Bildungskraft mächtig genug ist, in Berührung mit irgend einem festen Körper das Wasser zu zersetzen und umzuwandeln, bedürfen die höher stehenden Organismen bei der größern Mannichfaltigkeit in ihrem Leben wie in ihren Bildungen hierzu einer ihnen näher verwandten, mindestens drei Elemente in sich schließenden, organischen Substanz, welche dabei selbst zersetzt und angeeignet wird. Indem sie von organischer Materie sich nähren, erhält sich das Leben nur durch das Leben: das Pflanzenleben schafft aus den Elementen organische Materie, die nur umgebildet zu werden braucht, um die Substanz eines thierischen Organismus abzugeben.

§. 955. Das Verdauende ist der lebendige Organismus, oder mit andern Worten: die Verdauung hat ihren wesentlichen Grund nicht in Einzelnheiten und besondern Verhältnissen, sondern im Leben des Ganzen. Sie ist nicht bloß vom Leben abhängig, insofern die Secretion und Bewegung des Magens durch Einwirkung von arteriösem Blute und Nerventhätigkeit, mithin auch durch Blutlauf und Athmen bedingt wird (Nr. 643. I. S. 336): denn sie selbst macht diese letztern Thätigkeiten erst möglich, und ist sonach von ihrem eigenen Erzeugnisse abhängig. Sie ist vielmehr als Bildung neuer Substanz aus dargebotenen Stoffen im Wesentlichen eine allgemeine Äußerung des Lebens. A) Der Organismus vermag a) eine nahrhafte feste Substanz, an welcher Stelle sie auch immer von ihm aufgenommen sein mag, zu verflüssigen (§. 908), einzusaugen und umzuwandeln (§. 909), also zu verdauen. Dies ist auch in solchen Stellen des Nahrungscanals möglich, wo bei normalen Verhältnissen die Nahrungsmittel oder ihre Überreste nicht verdaut, sondern nur weiter befördert werden. Wenn Spallanzani (Nr. 639. S. 73 fg. 97 fg.) bei Krähen ein Stück Fleisch durch einen Drath in der Speiseröhre festhielt, so fand er nachher, daß es zwar langsam, aber in der ganzen Länge der Speiseröhre auf gleiche Weise verdaut worden war; ein Frosch, den er in der Speiseröhre eines Reihers mittels eines Bindfadens zurückhielt, daß er nicht in den Magen kommen konnte, war nach 11 Stunden so weit erweicht, daß er beim Herausziehen zerfiel; eben so waren von 320 Gran Kuh-

A.

a.

lunge nach 7 Stunden nur noch 118 Gran übrig. Hood (Nr. 782. p. 164) brachte ein Stück geröstetes Hammelfleisch, mit etwas Salz bestreut, in den Mastdarm eines Hundes, und fand nach 11 Stunden die Oberfläche in eine weißlich braune, seifenartige Masse aufgelöst, und inwendig nur noch wenig Fasern übrig. Bei den (§. 908. b) angeführten Versuchen beobachtete er, daß, wenn die Hautwunde bereits entzündet war, das in darunter liegendes Zellgewebe eingebrachte Fleisch ungleich schneller aufgelöst wurde, als bei ganz frischer Wunde: es war also eine Steigerung der Lebensthätigkeit hierbei wirksam. So wird überhaupt jedes Gewebe, wie Smith (Nr. 794. II. Dekade X. S. 242) bemerkt, durch die von der nahrhaften Substanz ausgeübte Reizung befähigt, eine Flüssigkeit abzusondern, welche dieselbe aufzulösen vermag. Diese Flüssigkeit hat aber eine freie Säure gleich dem Magensafte. Daher betrachteten Reuß und Emmert (Nr. 358. V. S. 698) den Magensaft als eine seröse Flüssigkeit, da auch die in die Bauchhöhle gebrachten Nahrungsmittel durch die Flüssigkeit des Bauchfells verdaut werden. Mayer beobachtete eine freie Säure in der Flüssigkeit des Bauchfells; und wirklich scheint diese Membran während der Verdauung gleichzeitig mit der Schleimhaut des Magens und Darms eine saure Feuchtigkeit zu secerniren. [Zusatz von Ernst Burdach. Bei mehreren mit Brod gefütterten und dann strangulirten Hunden überzeugte ich mich, daß die Peritonealsecretion während der Verdauung sauer sei. Schob ich einem solchen Hunde ein Stückchen Lakmuspapier durch einen kleinen Schnitt geradezu in die Bauchhöhle, so wurde dasselbe nur bleich und mißfarbig, hielt ich aber etwas Lakmuspapier an den Magen oder Blinddarm des eben getödeten und noch warmen Thiers, so wurde dasselbe ganz deutlich geröthet. Diese Röthung verlor sich zwar nach wenigen Minuten wieder, indeß war dies wohl nur der sehr geringen Quantität von Feuchtigkeit zuzuschreiben. An dem Dünndarme und Mastdarme zeigte sich keine solche saure Reaction deutlich. Auffallend war es mir, bei einem durch Blutentziehung getödeten Hunde auch an Magen und Blinddarm die saure Reaction nicht wahrzunehmen, obgleich der Versuch eben so bald nach dem Tode

als in den früheren Fällen angestellt worden war.] b) Wenn der Chylus durch die mit Anziehung verbundene auflösende Aneignung des absolut Fremden gebildet wird, so entsteht die Lymphe durch eine gleiche Umwandlung der dem Leben entfremdeten Substanz des eigenen Körpers (§. 910). Verdauung und Rücksaugung sind daher nur verschiedene Formen eines und desselben lebendigen Herganges. Beide stehen in umgekehrtem Verhältnisse zu einander: bei unzureichender Verdauung (§. 935. A) erhält sich das Leben durch Rücksaugung von Fett, Muskeln u. s. w., die gleich Nahrungsmitteln umgewandelt und zu Blut werden. Wie hierbei dasjenige, was weniger Leben und Selbstständigkeit hat, am meisten resorbirt wird (§. 935. e), und wie der Fruchthälter den abgestorbenen Embryo verdaut (§. 482. g), so überwältigen die Verdauungsorgane nur die ihres Lebens beraubte organische Substanz (§. 952. A); Oberhaut und Nägel, als Schichtgebilde, welche nie lebendig gewesen sind, widerstehen nicht nur der Verdauung, sondern auch der Rücksaugung, und werden z. B. bei der Eiterung bloß abgestoßen. B) Die Verdauungskraft steht in Übereinstimmung mit dem Gesammtleben. c) Der Bau der verschiedenen Organe entspricht bei jedem Thiere der Nahrung, welche es zu erlangen und zu verdauen vermag. So ist das ganze System der Knochen und willkührlichen Muskeln bei den Raubthieren so organisirt, daß sie ihre Beute fangen und überwältigen können. Die Stellung des Mundes ist der Lage, in welcher die Nahrungsmittel gefunden werden, angemessen, z. B. an der untern Fläche des Kopfs beim Dugong, der von Gewächsen auf dem Boden der See lebt; bei den grasfressenden Thieren mit langen Gliedmaaßen ist der Hals verlängert, so daß der Mund den Erdboden erreichen kann, und bei denen, die vom Laube der Bäume sich nähren, ist der Kopf auch durch die Länge der Vorderbeine höher gestellt. Die Organisation des Mundes stimmt mit dem Gliederbaue, der Beschaffenheit der Nahrung und der Kraft der Verdauungsorgane überein: die Beschaffenheit des Kiefergelenks und seiner Muskeln, die Stellung und Gestalt der Zähne, und die Größe der Speicheldrüsen entspricht der besondern Nahrungsweise jedes Thiers. Wo die Nahrung weniger

b.

B.

c.

wirklich nahrhafte Stoffe enthält, ist das Verdauungsorgan geräumiger, um theils sie in größerer Menge aufnehmen, theils in vielfachere und anhaltendere Berührung mit ihr treten zu können. Manche Ausnahmen von diesen Gesetzen sind nur scheinbar und durch andere Verhältnisse bedingt: so haben die fleischfressenden Cetaceen einen größern und zusammengesetztern Magen als die pflanzenfressenden, weil ihre Kauwerkzeuge und Speicheldrüsen schwächer entwickelt sind; haben die Einhufer im Vergleich mit den Wiederkäuern einen einfachern und engern Magen, der die aufgenommenen Nahrungsmittel bald an den Darm abgiebt, so fließt auch in letztern fortdauernd Galle zu ihrer Verdauung ein. Wo bei gleicher Nahrung verschiedene Formenverhältnisse sich finden, werden diese Verschiedenheiten auf andere Weise ausgeglichen.

d. d) Bei den Raubthieren ist die Muskelkraft in den Gliedmaaßen stärker, um sich der Beute bemächtigen zu können; bei Pflanzenfressern ist sie in den Verdauungsorganen größer, um die der Aneignung mehr widerstrebende Nahrung zu überwältigen. Ist der Magen mit starken Muskeln versehen, deren Wirkung die Verdauung unterstützt, so ist der Magensaft nicht in gleichem Grade auflösend, wie bei einem muskelschwachen Magen (Nr. 639. S. 102). Die Wiederkäuer haben da, wo sie die Masse Nahrung finden, deren sie bedürfen, nicht Zeit sie gehörig zu kauen, verwahren sie daher, bis sie in Ruhe und Sicherheit dies thun können, im Pansen, und dieser hat sammt der Speiseröhre die eigenthümliche Kraft, sie wieder in die Mundhöhle zu bringen. Die meisten fleischfressenden Vögel können einen Theil ihres Fraßes nicht verdauen, aber vermöge der Muskelkraft ihres Magens sind sie im Stande, das Unverdauliche durch Erbrechen auszuleeren; Reiher hingegen erbrechen sich nicht, nähren sich aber von Fröschen und Fischen, die sie mit Haut und Knochen völlig verdauen (ebd. S. 94).

e. e) Eben so stimmt der Instinct mit der Verdauungskraft überein. Krähen verschlingen bloß das Fleisch und lassen die Knochen liegen: wurden ihnen welche beigebracht, so zeigte es sich, daß sie sie nicht verdauen können (ebd. S. 69). Reaumur (Nr. 173. 1752. p. 477 sqq.) brachte Raubvögeln Vegetabilien, die sie freiwillig durchaus nicht zu sich nehmen, mit

Fleisch gemengt, in Röhren bei: Brod wurde etwas verändert, doch nicht breiartig; Bohnen, Erbsen, Birnen, rohe und gekochte Gerste blieben unverändert, während das daneben befindliche Fleisch verdaut wurde. Spallanzani (Nr. 639. S. 170. 177) machte dieselben Erfahrungen. Stevens (Nr. 755. S. 209 fg.) ließ Hunde durchlöcherte Hohlkugeln verschlingen, und fand hernach das darin enthaltene Fleisch völlig, Kartoffeln nur zum kleinen Theile, Erbsen gar nicht verdaut; ein Schaf hatte die auf gleiche Weise ihm beigebrachten Rüben und Kartoffeln nach 6 Stunden verdaut, Fleisch aber nicht. Nach dieser letztern Beobachtung können wir nicht unbedingt annehmen, daß der Magensaft von Pflanzenfressern eine stärkere Wirksamkeit überhaupt besitze, als der von Fleischfressern (Nr. 643. I. S. 336). Wenn der Biber Holz und Rinde völlig verdaut, so setzt dies nicht gerade eine stärkere, sondern vielmehr eine eigenthümliche Wirksamkeit seines Magensaftes voraus. Nach Reaumur (a. a. O. p. 290) haben von den körnerfressenden Vögeln die kleinern keinen so starken Muskelmagen, um die Hülsen zermalmen zu können, und daher picken sie diese erst auf, während die größern die Körner ganz verschlucken, da ihr Magen stark genug ist sie zu zerreiben. C) Eine mit dem Instincte übereinstimmende specifische Verdauungskraft zeigt sich darin, daß einige Thiere Individuen ihrer Gattung verzehren und verdauen, andere nicht. Zu den letztern gehören nach Trembley (Nr. 136. S. 157 fgg.) die Armpolypen: sie verschlingen allerhand lebende Thiere, die in ihrem Leibe getödet und verdaut werden; unter einander greifen sie sich nicht an, und ist einer wider ihren Willen in ihre Verdauungshöhle gekommen, und darin selbst 4 bis 5 Tage zurückgehalten worden, so kommt er noch unversehrt und lebend wieder heraus. Nach den Beobachtungen von Dicquemar ist dasselbe bei den Actinien der Fall. So sah Johnson (Nr. 125. S. 565), daß auch große Blutegel, wenn sie kleinere verschluckt hatten, diese oft nach 2 bis 3 Tagen lebend wieder auswarfen. Nach Cheyne (Nr. 95. VI. p. 207) können auch Krähen das Fleisch anderer Krähen nicht verdauen, sondern brechen es weg. Insofern die Entozoen von dem Organismus, in welchem sie hausen, selbst erzeugt sind, scheinen sie auch ver-

C.

möge dieses Verhältnisses, und nicht allein durch ihre Lebendigkeit der Verdauung zu widerstehen; denn während sie z. B. bei Salamandern im Magen sich lebendig erhalten, leben Regenwürmer daselbst, sie mögen nun frei oder in durchlöcherten Röhren dahin gekommen sein, nur 10 bis 12 Stunden, und werden dann völlig verdaut (Nr. 639. S. 114). Wie das Gift der Viper andern Vipern nichts schadet (Nr. 456. S. 16), so können die Verdauungssäfte eines Thiers ohne Wirkung auf die Substanz von Individuen derselben Gattung sein; und wie jenes Gift auch für Blindschleichen und andere Schlangen, aber nicht für Schildkröten und Frösche unschädlich ist (ebd. S. 20. 54), so kann auch die Wirksamkeit der Verdauungssäfte eines Thiers auf bestimmte Nahrungsmittel sich beschränken. Nach den Beobachtungen von Simon (Nr. 681. 1839. S. 3 fg.) scheint der Magen der Mammalien nur die Milch von einem Individuum derselben Gattung vollkommen zu verdauen: Frauenmilch schied sich in einem Kindesmagen in ein Gerinnsel mit Klümpchen und fast klare Molken, in einem Kälbermagen in ein Gerinnsel ohne Klümpchen und viel trübere Molken; ein Kindesmagen löste den Käsestoff von Frauenmilch, mit dem er in Berührung gesetzt war, binnen 19 Stunden bis auf wenige Flocken auf, den Käsestoff von Kuhmilch aber binnen 30 Stunden noch nicht völlig, während letzterer durch einen Kalbsmagen binnen 23 Stunden ganz aufgelöst war.

D. D) Der innige Zusammenhang mit dem Gesammtleben zeigt sich in dem Einflusse, welchen dieses auf die Verdauung ausübt. Hunter (Nr. 154. p. 155) brachte Eidechsen, die in den Winterschlaf zu gehen im Begriffe standen, Würmer und Stückchen Fleisch bei, und sah diese im Frühjahre unverdaut und wenig verändert abgehen. Bei jeder nicht ganz unbedeutenden Krankheit ist die Verdauung gestört, und die Eßlust aufgehoben oder vermindert; nach einer starken Blutentziehung bleibt, wie Piorry (Nr. 196. XIII. S. 189) bei Hunden beobachtete, die schon aufgenommene Nahrung unverdaut. Geistige Anstrengung oder starke Gemüthsbewegung stört die Verdauung; was der Eßlust entspricht und mit Vergnügen genossen wird, wird auch besser verdaut; was man mit Widerwillen zu sich genommen hat, erregt oft Magen=

beschwerden, oder wird unverdaut weggebrochen. E) Nicht minder bedeutend ist der Einfluß der Verdauung und ihrer Organe auf das Gesammtleben. Was da immer den Magen betrifft, wirkt auch auf den übrigen Organismus: seine Leerheit so wie seine Überfüllung, seine Berührung von Giften oder von Arzneien, seine Krankheiten und seine Verwundungen zeigen in ihren Folgen, wie innig er mit dem Leben überhaupt zusammenhängt, weshalb denn Helmont ihn für den Hauptsitz des Lebensprincips erklären konnte. Besonders aber steigert sich während der Verdauung mit seiner Lebendigkeit auch sein Einfluß, so daß dann seine Verletzung, und selbst eine ihn nur mittelbar treffende Erschütterung augenblicklich töden kann, wie auch ein gleich nach der Mahlzeit angestellter Aderlaß die bedrohlichsten Zufälle, als tiefe Ohnmachten und allgemeinen Collapsus verursacht. Wir unterscheiden aber dreierlei Wirkungen der Verdauung, welche an eben so viele Zeiträume vertheilt zu sein pflegen. f) Die erste Wirkung der Aufnahme von Nahrungsmitteln ist eine consensuell gesteigerte Erregung im ganzen Organismus. Der Puls wird, wie schon Testa (Nr. 107. S. 201) bemerkte, frequenter (§. 767), und die Temperatur erhöht, so daß bei der Hektik das Fieber um diese Zeit sich verdoppelt. Es erfolgt ein Gefühl von Wohlbehagen und Stärkung, welches zu bald nach der Mahlzeit eintritt, als daß es von einem Ersatze der verloren gegangenen Materie herrühren könnte, vielmehr nur davon abzuleiten ist, daß der in gehörige Thätigkeit versetzte Magen auf den übrigen Organismus erregend und belebend einwirkt. Daher ist auch die Widerstandskraft gegen die Wirkung der Kälte, so wie der Gifte und Ansteckungsstoffe vermehrt. Die Qualität der Nahrung äußert aber hier auch ihren Einfluß: unmittelbar nach dem Genusse einer guten Portion Rindfleisch fühlt man sich kräftiger, als wenn man Mehlspeisen oder andere fade Nahrung zu sich genommen hat; alle Bewegungen sind dann (z. B. beim Schießen oder Billardspiel) sicherer, bestimmter, und (z. B. beim Reiten) leichter und kräftiger. Dies Verhältniß ist von Edwards (Nr. 423. 2. Serie. VII. p. 273 sqq.) am Dynamometer genauer nachgewiesen worden: die Muskelkraft nahm im Ganzen genommen bei erwach-

E.

f.

senen Personen unmittelbar nach Aufnahme von Nahrung zu, und zwar mehr bei robusten als bei schwächern Personen, mehr bei der Mittagsmahlzeit als beim Frühstück, mehr beim Genusse einer kräftigen Nahrung, z. B. einer guten Fleischsuppe, als einer leichten Speise; bisweilen nahm die Kraft des Arms um 8 bis 14 Pfund zu; nach Trinken von Wasser, besonders von warmem, nahm sie ab. g) Während im ersten Zeitraume der Consensus vorherrscht, tritt in der folgenden Periode, besonders nach einer reichlichern Mahlzeit, die Derivation stärker hervor: die Lebensthätigkeit concentrirt sich auf den in voller Wirksamkeit begriffenen Magen, und äußert sich in den übrigen Organen weniger. Es entsteht Trägheit, Unaufgelegtheit zu Bewegungen und zu Anstrengungen irgend einer Art, Verminderung des Zuflusses von Blut zur Haut und Frösteln. Daher wird die Verdauung durch starke Bewegung oder durch Bäder in dieser Periode gestört, und ist bei starker Hitze, wo die Erregung der Haut zu lebhaft ist, schwächer; so wie sie umgekehrt auch den Gang der Krankheiten durch Ableitung stören kann. Das Athmen ist durch die mechanische Einwirkung des gefüllten Magens etwas erschwert. h) Mit der Bildung des Speisebreies und dessen Übergange in den Darm wirkt die Lebensthätigkeit wieder gleichförmiger in allen Organen: das Kraftgefühl wird reger, das Athmen freier, die Hautwärme stärker. F) Wie das Leben überhaupt, um unter verschiedenen Verhältnissen sich behaupten zu können, nach Beschaffenheit derselben sich verschieden artet, so gilt dies auch von der Verdauung. i) Ist das Bedürfniß der Nahrung größer, so wird die Verdauung lebhafter und kräftiger (§. 935. f): Londe (Nr. 196. XIII. S. 149 fg.) beobachtete bei widernatürlichen Aftern, daß nach vorhergegangenem Hunger oder mangelhafter Ernährung das minder Nahrhafte schon in einem obern Theile des Darms so verdaut war, wie es sonst erst gegen das Ende des Dünndarms hin zu sein pflegt, und daß Vegetabilien, die gewöhnlich unverändert heraustraten, nach einer vorhergegangenen strengen Diät so weit verdaut waren, daß man sie nicht mehr unterscheiden konnte; so fand Schultz (Nr. 691. p. 65) im Magen eines Hundes, der seit 48 Stunden gehungert hatte, einen Bandwurm größten=

theils verdaut. k) Bei festen schwer auflöslichen Nahrungsmitteln, z. B. Fleisch, Knorpel, Knochen, Faserstoff, geronnenem Eiweiß, wird nach Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. II. S. 206) und Eberle (Nr. 713. S. 60. 153. 158) ein Magensaft abgesondert, der mehr freie Säure hat als bei weichen leicht auflöslichen Speisen, z. B. flüssigem Eiweiß und Gallert; auch harte Vegetabilien, Kräuter, Blätter, Kleber veranlassen eine mehr saure Secretion, als Mehl, Zucker, Gummi. Nach Eberle soll aber der Magensaft auch eine der Beschaffenheit der Nahrungsmittel angemeßne Art der Säure, nämlich bei animalischer Nahrung mehr Salzsäure und bei vegetabilischer mehr Essigsäure secerniren. Auch Schultz (Nr. 691. p. 47) bemerkte eine Verschiedenheit der Säure des Magensaftes, je nachdem ein Pferd mit Hafer oder mit Heu gefüttert worden war. l) Selbst die Organisation der Verdauungswerkzeuge fügt sich nach der gewohnten Quantität und Qualität der Nahrungsmittel. Bei Fressern findet man den Magen enorm vergrößert, oft mit verdickter Wandung oder erweitertem Pförtner, so wie er umgekehrt bei spärlicher Nahrung enger wird; und bei dem Kreislaufe von Ursache und Wirkung entsteht im erstern Falle ein reelles Bedürfniß große Massen von Speisen zu verzehren, so wie im letztern ein Unvermögen viel zu essen. Nach Buffon wird der Magen des Schafs, wenn es mit Brod gefüttert wird, enger, als er sonst bei Grasfütterung ist; und nach Home soll der Magen von Raubvögeln durch anhaltende Fütterung mit Körnern mehr musculös werden. Auch behauptet Schultz (a. a. O. p. 77), am menschlichen Magen werde durch ausschließliche Pflanzennahrung der blinde Sack, durch Fleischkost hingegen der Pförtnertheil verlängert; indeß habe ich die letztere Form, als ein Stehenbleiben auf der Bildungsstufe des Embryo bei vielen, hauptsächlich nur von Vegetabilien lebenden Menschen gefunden. G) Die Ernährung trägt zwei Merkmale des Organismus in sich: einmahl Abhängigkeit von der Außenwelt, Bedürfniß der Aufnahme von Materie; sodann selbstthätige Bildung durch neue Combination der Elemente. Die Selbsterhaltung kann nicht von Statten gehen, wenn nicht Stoffe von außen dargeboten werden; aber das organische Wesen würde aufhören lebendig,

d. i. selbstthätig und selbstbestimmend zu sein, wenn es die wirkliche Substanz seines Körpers von außen empfinge. Der Organismus schafft sich seine Materie selbst aus dem empfangenen Material: so wirkt er schon als Embryo (§. 465 fg.), und kann bei dem durch Transfusion empfangenen fremden Blute nicht bestehen (§. 743. f). Selbst fremde Verdauungssäfte sind weniger geeignet die Verdauung zu bewirken: zerschnittenes Gras, welches Reaumur (N. 173. 1752. p. 489) mit menschlichem Speichel gemischt Schafen in Blechröhren beigebracht hatte, war nach 36 Stunden noch unverdaut im Magen; hatte Helm (Nr. 757. S. 38) Speisen gekaut und durch die Fistel in den Magen seiner Patientin gebracht, so wurde kaum ein Drittel von dem verdaut, was diese in derselben Zeit vollkommen verdaute, wenn sie die Speisen selbst gekaut hatte; dasselbe zeigte sich, wenn ein Mensch die entweder von ihm selbst oder von einem Andern gekauten Speisen in Leinwandsäckchen verschluckt hatte. m) Insofern nun die Verdauung eine durch das Leben bewirkte Bildung neuer organischer Substanz ist, steht sie der Bildung eines neuen organischen Körpers gegenüber, und so können wir mit Blumenbach (Nr. 158. S. 127) die Ernährung als eine immerwährend und unmerklich fortgesetzte Zeugung betrachten. In diesem Sinne haben denn auch A. Meckel (Nr. 158. II. 2. Heft. S. 1—57) und Carus (Nr. 230. I. S. 33 fgg. II. S. 130 fgg.) die Analogie der Verdauungsorgane mit den Zeugungsorganen erörtert. Ohne auf die entfernte Ähnlichkeit im organischen Baue besondern Werth zu legen, erkennen wir die Übereinstimmung beider Lebensäußerungen im allgemeinen Begriffe an. Was die Zeugung für die Gattung leistet, das wirkt die Verdauung für das Individuum; der Organismus tritt mit fremder Materie in Wechselwirkung, und indem er sie zersetzt und umwandelt, erzeugt er eine der seinigen gleiche Substanz. Wie aber im Weltorganismus das durch das Ganze bedingte Bestehen des Einzelnen hinwiederum dem Bestehen des Ganzen dient, so beschränkt auch die Verdauung ihre Wirkungen nicht auf die Erhaltung des Individuums: sie bringt vielmehr die der fauligen Zersetzung zueilende organische Substanz wieder in eine lebendige Form, und verhütet

die Verpestung der Luft, welche ohne sie von dem die ganze Erde bedeckenden Aase entstehen und alles organische Leben vernichten müßte.

§. 956. Der lebendige Organismus schafft sich Gebilde, vermittelst deren er die Verdauung bewerkstelligen kann. In jedem seiner innern Räume vermag er nicht nur vermittelst seiner durchdringbaren Substanz und seiner Lymphgefäße einzusaugen, sondern auch vermittelst einer secernirten Flüssigkeit den aufzusaugenden festen Körper zu verflüssigen und umzuwandeln. Der Act der Verdauung kommt also dem Magen und Darmcanale nicht ausschließlich, wohl aber vorzugsweise zu, und zwar weil sie als ein nach außen sich öffnender Schleimhautcanal die unmittelbare Berührung fremder Substanzen ohne abnorm gereizt zu werden vertragen; keine specifische Empfänglichkeit für eine einzige bestimmte Form der Materie besitzen, sondern Tropfbares, Luftiges und Festes ohne Unterschied aufnehmen; mit dem Gesammtleben in einer innigen Beziehung stehen, und eben sowohl mit eignen Secretionsorganen verbunden, als auch mit den zahlreichsten Lymphgefäßen versehen sind u. s. w. A) Die Verdauungssäfte besitzen die Kraft, organische Substanz zu zersetzen. a) So greifen sie die Haut desselben Individuums an, von welchem sie secernirt worden sind. Bei der Magenfistel bemerkte Helm (Nr. 757. S. 8), daß der Ausfluß des Speisebreies oder des Magensaftes nach langer Nüchternheit am Rande der Fistelöffnung brennende Schmerzen verursachte; und eben so sah Crook (Nr. 423. 2. Serie. VI. p. 430), daß Magensaft und Galle, welche aus einer Magenfistel traten, Schmerz, Entzündung und Excoriation in allen berührten Hautstellen bewirkten. Dasselbe wird bei widernatürlichem After beobachtet: als z. B. Acrel (Nr. 427. VIII. S. 36 fgg.) in einem solchen Falle außer kleinen Portionen von einem Safte mit Rheinwein keine Nahrungsmittel nehmen ließ, machte die ausfließende gallige Flüssigkeit die Fistelöffnung und ihren Umkreis wund. [Zusatz von J. F. Dieffenbach. Je tiefer hinab sich das Loch im Darme befindet, je mehr wahrer, fertiger Koth ausfließt, um so weniger wird die äußere Haut gereizt. Je älter das Individuum ist, desto unempfindlicher ist die

Haut gegen die Excremente. Bei neuem und bei viele Jahre altem künstlichem After im untern Theile des Dickdarms, bei den schmuzigsten Individuen, welche das Loch mit Lumpen zudeckten und ein altes Band darüber banden, war nach Abwaschen die Haut bleich und natürlich. Nach Diätfehlern, Erkältungen u. s. w., überhaupt, wenn ein Aufruhr im Darmcanale Statt hatte und die peristaltische Bewegung vermehrt war, kam sogleich eine grasgrüne, schleimige, mit Blasen untermischte Flüssigkeit aus dem künstlichen After, welcher bis dahin immer nur braune Fäcalmassen gegeben hatte; diese Flüssigkeit war so scharf, daß sie die Haut sogleich rosenroth färbte und heftiges Brennen erregte. Nur fortwährendes Abspülen und Auflegen von Compressen mit lauem Bleiwasser milderten die Leiden; Opium und Kirschlorbeerwasser mit Schleim beruhigte den Darm, so daß er träger wurde, und mit dem Ergusse von braunem Kothe hörte die Röthung der Haut bald wieder auf. Es kann also aus einem Loche im untern Theile des Dickdarms durch Beschleunigung der peristaltischen Bewegung sich das ergießen, was aus einer Öffnung oben im Dickdarme fortwährend ergossen wird. — Befindet sich die Öffnung im obern Theile des Dünndarms, so magert der Kranke schnell ab. Die rohen galligen Stoffe sind ungemein scharf und ätzend, am meisten des Morgens bei leerem Magen: die äußere Haut wird in weitem Umkreise stark geröthet, und wo etwas zwischen die Schenkel herabfließt, entstehen rothe Streifen; besonders entzünden sich Scrotum und Schamlippen. Ist das Übel alt, so verdichtet sich die Haut, wird chagrinirt, und besetzt sich mit warzenförmigen Buckeln; noch später ziehen sich zwischen diesen harte, tiefe Furchen hin, Einrissen ähnlich; Einschnitte lassen ein Rauschen hören; die Wundfläche ist hart und glatt; die Haut bei ihrer Verdichtung doch sehr blutreich. Alle fetten Salben vermehren die Schmerzhaftigkeit; nur Bleiwasser und Bestreichen mit Eiweiß schafft Linderung. Der rothe Saum des Lochs verhält sich zur umgebenden gerötheten Haut wie Sammet zu Taffet: es sieht aus, als wenn in einem rothen Taffet ein Loch, mit rothem Sammet umsäumt, wäre. Die Hautröthe mag steigen, oder fallen, oder ganz gehoben werden, der Sammetstreif behält

seine natürliche Farbe. Während die äußere Haut höchst schmerzhaft und empfindlich ist, bleibt er ganz unempfindlich, selbst gegen Schneiden und Brennen mit dem Glüheisen; aber ein Haarbreit über seine äußere Gränze hinaus beginnt das lebhafteste Gefühl des Schmerzes.] b) An diese Beobachtungen schließen sich die früher (§. 869. h) erwähnten von Erweichung und Durchbohrung des Magens. Hunter (Nr. 154. p. 187) hatte bei einem Manne, der nach einem tüchtigen Abendessen todt geschlagen worden war, eine Stelle am blinden Ende des ziemlich gefüllten Magens aufgelöst und Speisebrei aus der dadurch entstandenen Öffnung ausgetreten gefunden; und da er bei einem andern, der zwei Stunden nach Zerschmetterung des Schädels gestorben war, so wie bei einem Erhenkten Ähnliches beobachtete, so schrieb er diese Erscheinung der Wirkung des Magensaftes nach dem Tode zu. Mehrere Beobachter bestätigten dies durch Versuche, die sie an Thieren angestellt hatten (§. 869. h). Daß auch eine krankhafte Erweichung und Auflösung während des Lebens im Magen, wie in andern Organen, eintreten kann, wird dadurch nicht geleugnet, widerlegt aber auch jene Beobachtungen nicht. Den Grund, weshalb der Magensaft während des Lebens den Magen nicht angreift, suchte Magendie darin, daß der fortwährend abgesonderte Schleim an der Magenwand hafte und sie schütze; Wilson Philipp darin, daß der lebende Magen den gesäuerten Speisebrei austreibt, der nach dem Tode in anhaltender Berührung mit ihm bleibt; und wir haben ihn im Hergange der Secretion zu finden geglaubt (§. 876. d). Die angeführten Beobachtungen (a) deuten aber darauf hin, daß die Wände des Verdauungscanals während des Lebens auch eine specifische Unempfänglichkeit gegen die Verdauungssäfte besitzen, so daß diese weder die Substanz noch auch das Gemeingefühl so afficiren, wie bei der äußern Haut; und wir können hiervon keinen andern Grund angeben, als eine gewisse Homogeneität eines Secretionsorgans mit seinem Secrete, welche die chemische Verwandtschaft ausschließt. c) Purkinje und Pappenheim (Nr. 681. 1838. S. 5 fgg.) fanden, daß getrocknete Magenhaut mit destillirtem Wasser dem positiven Pole einer Voltaschen Säule ausgesetzt eine eben so wirksame

Verdauungsflüssigkeit gab, als beim Zusatze von Salzsäure; wie denn der Galvanismus auch aus Speichel, Eiweiß, oder Schleim freie Salzsäure entwickelte. Die Entwicklung dieser Säure im Magensafte mag also auf einer ähnlichen Wirkung beruhen. So nahm schon Prout (Nr. 581. XXV. p. 107) an, das salzsaure Natrum des Blutes werde innerhalb der Magenwände durch Elektricität zersetzt in Salzsäure, welche an den Magensaft trete, und Natrum, welches, mit dem Blute zur Leber geführt, in die Galle eingehe, so daß der Verdauungscanal den negativen, die Leber den positiven Pol darstelle. Eberle (Nr. 713. S. 137 — 144) hingegen beachtet nur die Milchsäure oder Essigsäure, und glaubt, das Osmazom ziehe sie an, könne sie aber aus ihrer Verbindung mit Natrum nur dann scheiden, wenn es eine durch dazwischen liegende organische Haut verlangsamte Verbindung mit Speichelstoff eingehe; Osmazom und Speichelstoff seien also zwei galvanische Polaritäten, durch deren gleichzeitige Action das milchsaure Natrum zerlegt werde. Matteucci (Nr. 196. XL. S. 130) will durch Einwirkung positiver Elektricität auf eine thierische Membran eine Verdauungsflüssigkeit gebildet haben: er füllte nämlich eine Blase mit Fleisch, das mit Wasser, salzsaurem und kohlensaurem Natrum in der Wärme zu einem Breie zerrieben war, brachte den Leiter vom negativen Pole in die Mitte der Masse, den vom positiven Pole aber an die Blase, und fand dann an deren Wänden eine weißliche, flockige, saure Substanz, deren wässerige Auflösung in der Hitze gerann. d) Vermöge der chemischen Wirkung seines Secrets verdaut dann der Magen auch noch nach dem Tode. Spallanzani (Nr. 639. S. 250—254) tödete eine Krähe unmittelbar nachdem er ihr 114 Gran Rindfleisch gegeben hatte, und fand nach 6 Stunden nur noch 52 Gran davon im Magen, und zwar von Magensaft durchdrungen, erweicht und bleich; bei zwei andern war das zerquetschte Kalbfleisch, welches sie unmittelbar vor dem Tode verschlungen hatten, völlig verschwunden, nachdem er sie 7 Stunden lang in der Sonnenwärme hatte liegen lassen; bei eben so behandelten Hunden und Katzen war das Fleisch im Magen nach 9 Stunden so erweicht, daß es von selbst zerfiel. Ein Geieradler wurde in dem

Augenblicke getödet, als er die Keule eines Fuchses mit Haut und Haaren verschlang: als Schinz (Nr. 232. I. S. 187) 3 Tage darauf ihn zergliederte, fand er das Fleisch völlig verdaut und auch die Knochen bereits angegriffen. Aber Spallanzani sah selbst die Verdauung der nach dem Tode beigebrachten Nahrung vor sich gehen: bei einem Kaninchen war das nach dem Tode in den Magen gebrachte Brod, 1½ Unzen schwer, nach 16 Stunden in Speisebrei verwandelt und ⅓ davon schon in den Darm übergegangen (Nr. 640. S. 9); 42 Gran kleingeschnittnes Rindfleisch einer Krähe erst eine Stunde nach dem Tode in den Magen gebracht, war, als das Thier 7 Stunden lang in der Sonnenwärme gelegen hatte, ganz verdaut (Nr. 639. S. 252); auch im unterbundnen, ausgeschnittnen, in Wasser gelegten und an die Sonne gestellten Magen von Katzen, Krähen und Eulen zeigte sich nach 5½ Stunden eine anfangende Verdauung des darein gebrachten Fleisches. An Fröschen stellte Krimer (Nr. 511. S. 56 fg.) solche Versuche mit geringerem, jedoch einigem Erfolge an. e) Bei dem Allem reicht indeß die chemische Erklärung des Verdauungsprocesses nicht völlig aus. Reaumur (Nr. 173. 1752. p. 275. 294) fand die Truthühnern beigebrachten Glasröhren nach 48 Stunden ihrer Politur beraubt, mit unregelmäßigen Vertiefungen wie angefressen, und mit abgerundeten Ecken, nach 4 Tagen aber dünner als zuvor. Brugnatelli (Nr. 433. 1787. I. S. 230 fgg.) brachte Hühnern und Truthühnern verschiedne Steine in Leinwandbeuteln oder hölzernen Röhren bei: ein 36 Gran schwerer Bergkrystall war nach 12 Tagen undurchsichtig, abgestumpft und um 14 Gran leichter; ein 30 Gran schwerer Agat hatte 12 Gran an Gewicht verloren: ein Auflösungsmittel der Kieselerde ist aber im Magensafte noch nicht aufgefunden worden. Bei jeder Thierart haben die Verdauungssäfte eine eigne Qualität, um die der Organisation und Lebensweise des Thiers angemeßne Nahrung umwandeln zu können: so ist bei Insecten der Magensaft nie anders als alkalisch gefunden worden (§. 820. c), wie er denn nach Ramdohr (Nr. 346. S. 30) geröthetes Lakmus blau färbt und mit Säuren braust; hierdurch scheint es denn möglich zu werden, daß mehrere derselben

e.

von Oberhaut, Haaren, Federn, Kork und andern für Thiere mit saurem Magensafte unverdaulichen Substanzen sich nähren. Die sogenannte künstliche Verdauung bleibt immer nur ein Analogon der Magenverdauung; der künstliche Magensaft wirkt auf Faserstoff weniger als auf Eiweiß, auf vegetabilische Substanzen aber gar nicht. Und was ist es denn um die Magenverdauung selbst, chemisch betrachtet? Ist sie eine bloße Verflüssigung der Nahrungsmittel, so können wir sie entbehren, wenn wir diese schon in flüssiger Gestalt aufnehmen. Wenn sie aber das Stärkemehl in Zucker (§. 942. d), den Pflanzeneiweißstoff in Gallert verwandelt (ebd. i), was ist damit gewonnen? was wird aus dem Zucker und der Gallert? Und wozu wandelt sie den Faserstoff, dessen doch das Blut bedarf, in Eiweißstoff (ebd. f), diesen aber, der doch auch hier gebildet wird (ebd. a), in Osmazom und Speichelstoff um (ebd. e)? Am Ende wird ja aber, nachdem die Magenverdauung bloß ein vorbereitender Act gewesen, aus noch so verschiedenen Nahrungsmitteln ein gleicher Chylus gebildet, wo es unerklärlich bleibt, wie ein und dasselbe Agens im Zusammentreffen mit ganz verschiedenen Stoffen immer dasselbe Product geben kann.

B. B) Die Forschungen der Chemiker unserer Tage haben zur Kenntniß einer von den durch Verwandtschaftsverhältnisse bestimmten Wechselwirkungen verschiedenen chemischen Wirkungsweise geführt, welche Berzelius vornehmlich aufgefaßt und als Katalyse bezeichnet hat. Hier findet keine gegenseitige Einwirkung zweier Körper, keine Verbindung derselben oder ihrer einzelnen Bestandtheile Statt, noch auch entspricht das Product der Menge jener zusammenwirkender Körper; vielmehr übt hier ein Körper auf einen andern zusammengesetzten Körper einen überwiegenden Einfluß aus, und bewirkt, daß dessen Bestandtheile in ganz andere Verhältnisse zu einander treten, ohne daß er selbst in das so entstehende neue Product eintritt oder Stoffe dazu hergiebt; er bestimmt also durch seine bloße Gegenwart den mit ihm in Contact gekommnen Körper zu einer Umsetzung seiner Bestandtheile in andere Verhältnisse, also zu Trennung der bisher bestandenen Verbindungen durch Erweckung chemischer Gegensätze, und zu elektrisch-chemischer Neutralisation im Eingehen neuer Verbindun-

gen. Diese nach ihren Bestimmungsgründen im Einzelnen nicht zu erklärende, und eigentlich als Gränzstein unserer Chemie sich darstellende Wirkungsweise kommt fast ausschließlich nur in Bezug auf organische Producte vor: so bei Verwandlung des Stärkemehls in Gummi und Zucker durch verdünnte Säuren; bei der Bildung von Äther und Wasser aus Weingeist durch Schwefelsäure; bei der Gährung, wo der Zucker durch Hefe oder Faserstoff oder Käse in Weingeist und Kohlensäure verwandelt wird; bei dem Keimen, wo die sich bildende Diastase das Stärkemehl in Dextrin und Zucker umwandelt, und dabei eine solche Übermacht zeigt, daß 1 Theil von ihr hinreicht über 1000 Theile Stärkemehl so zu zersetzen. Eine solche Katalyse scheint nun auch die wesentliche Wirkung des Verdauungsorgans und der von ihm secernirten Säfte auf die Nahrungsmittel abzugeben. Schwann (Nr. 681. 1836. S. 97) hat es selbst an dem künstlichen Magensafte nachgewiesen, daß die freie Säure desselben die Bedingung seiner Wirksamkeit ist, und doch bei ihrer Wirkung unverändert bleibt, also nicht in die hervorgebrachte Auflösung eingeht, mithin nur durch ihre Gegenwart oder durch Contact wirkt. f) Die Verdauung hat demnach ihren allgemeinen Charakter mit der Gährung gemein, und wenn die chemiatrische Schule des Sylvius sie, so wie alle andern Bildungshergänge für eine solche erklärte, so hat man damit wohl meistentheils nur die Art ihres Erscheinens überhaupt angedeutet, und sie nicht für identisch mit der Gährung des Mostes, der Maische u. s. w. halten können, wie denn auch Helmont unter dem im Leben überall wirksamen Fermente sich nichts weniger als Hefe dachte. Heuermann nannte die Verdauung eine der Gährung ähnliche Umwandlung, weil die Nahrungsmittel aus dem Chylus sich nicht wieder so herstellen ließen, wie aus einer bloßen Auflösung. Schultz (Nr. 243. 1826. S. 510) erklärte sie für eine im Speisebrei erregte Thätigkeit, analog der durch einen Gährungsstoff erregten Gährung. Eberle (Nr. 713. S. 329) vermuthete, daß der Speichelstoff des Darmsaftes und pankreatischen Saftes als Ferment wirke, da der Darmsaft nicht durch seine Säure oder sein Laugensalz, sondern durch seine organischen Bestandtheile die Ver=

dauung, als eine Art Gährung, bewirke. Spallanzani (Nr. 639. S. 263 fgg.) sah bei seinen Versuchen über künstliche Verdauung aus der Mischung von Speisen und Magensaft einige Luftblasen aufsteigen, aber nicht dergleichen Bewegungen in der ganzen Masse, wie bei einer gewöhnlichen Gährung, und meinte deshalb, diese finde nicht bei der Verdauung Statt. Schwann (a. a. O. S. 86. 105 fgg.) urtheilte ziemlich eben so, weil die künstliche Verdauung ohne Absorption von Sauerstoffgas und Ausstoßung von kohlensaurem Gas vor sich gehe, außer dem als Ferment wirkenden organischen Stoffe noch eine freie Säure verlange, und durch Bierhefe nicht zu bewirken sei; während er übrigens eine Ähnlichkeit derselben mit der Gährung nicht leugnet. Die Anerkennung dieser allgemeinen Übereinstimmung reicht aber auch hin, uns über die Classe von Wirkungen, zu welcher wir die Verdauung zählen dürfen, zu belehren, wobei auch nicht im Mindesten daran gezweifelt werden kann, daß sie übrigens ihre specifische Eigenthümlichkeit hat. g) Das Wesentliche dieser Eigenthümlichkeit besteht in der Aneignung, welche wir in dem allgemeinen Streben der Körper einander zu verähnlichen als vorgebildet (§. 881. f), in der organischen Substanz als weiter entwickelt (ebd. g), und im plastischen Leben als in voller Kraft wirkend (ebd. h. i) erkannt haben: der Organismus bewirkt durch seine katalytische Kraft die Bildung einer neuen Substanz aus den Nahrungsmitteln, welche seiner Natur oder dem seiner Erscheinungsweise zum Grunde liegenden Typus entspricht. Diese durch Katalyse bewirkte Aneignung kommt dem Organismus überall zu, ist aber da am mächtigsten, wo lebendige Flächen desselben einander gegenüberliegen, so daß sie die anzueignende Substanz umfassen und einschließen. Wir haben bereits (§. 883. a) gesehen, welchen bedeutenden Einfluß auf die Entwicklungsstufe der Secretion es hat, wenn der Raum derselben ringsum von lebendiger organischer Substanz eingeschlossen ist: auf gleiche Weise ist die Aneignung um so stärker, wenn der fremde Körper durch allseitige Umgebung mit organischer Substanz der Einwirkung des Gesammtlebens mehr unterworfen ist. Daß dies das Wesentliche des Verdauungsherganges ist, wird an den Thieren der untersten

Ordnungen offenbar. Der Armpolyp verdaut in seiner einfachen Leibeshöhle ohne eine besonders dazu dienende Organisation; wendet man ihn um, so verdaut er eben so gut, indem die Fläche, die im Normalzustande nach außen gekehrt war und die äußere Haut darstellte, jetzt die Wandung der Leibeshöhle bildet (Nr. 136. S. 366 fgg.): diese hat also eine andere Wandung bekommen, ist aber im Wesentlichen gleich, nämlich ein die Nahrung aufnehmender und von lebendiger organischer Substanz eingeschloßner Raum geblieben, und daher noch im Stande zu verdauen. Nach Eschholz bildet sich die Beroe ihre Verdauungshöhle jedesmahl erst, wenn sie sich nähren will: sie umschließt nämlich das zu verzehrende Thier mit ihrer untern ausgehöhlten Fläche, und verdaut es in der dadurch gebildeten Höhle. Selbst eine todte animalische Wandung zeigt noch katalytische Wirkungen auf die von ihr eingeschloßne organische Substanz: Eberle (Nr. 713. S. 78) bemerkte, daß die künstliche Verdauung in Rindsblasen besser gelingt als in Gläsern, und daß zunächst an den Wänden der Blase die Nahrungsmittel viel breiiger und homogener werden. Die wirkliche, bis zur Chylusbildung, als ihrem Ziele, durchgeführte Verdauung aber setzt auf den höhern Stufen der Thierreihe die Einschließung der Nahrung in einen Raum voraus, dessen Wandung aus einer in hohem Grade plastisch lebendigen und eigenthümlich dazu organisirten Schleimhaut besteht. Sie fordert eine anhaltende und wiederholte Berührung der Nahrungsmittel mit dieser Fläche: daher ist denn der Verdauungscanal um so länger, so wie seine Schleimhaut um so mehr entwickelt, je ärmer an Nahrungsstoff und je unverdaulicher das natürliche Futter eines Thieres ist; und daher verlieren Menschen mit einem widernatürlichen After ungleich mehr an Masse und an Kräften, wenn derselbe an einer höhern Stelle des Darms seinen Sitz hat und der Speisebrei früher nach der Mahlzeit austritt (Nr. 167. p. 73). b) Im Organismus hat die Wirkung eine Fortdauer ihrer Ursache zur Folge: die Thätigkeit erhält die Kraft, und das Gebildete fördert das fernere Bilden (§. 894. c). Wie demnach die Verdauung durch das Leben bewirkt wird, so prägt dasselbe dem Verdauungsproducte auch seinen Charakter auf, um sich da-

h.

durch zu erhalten. Dies kann aber nicht unmittelbar, sondern nur vermittelst gewisser, durch lebendige Thätigkeit herbeigeführter chemischer Verhältnisse geschehen, wie dies bei dem Magensafte der Fall ist. Dieser hält sich nach Beaumonts (Nr. 712. S. 51. 221) Erfahrungen wenigstens 11 Monate lang unverändert und ohne zu faulen, wahrscheinlich vermöge seiner Säure, und wenn Vauquelin den von Schafen und Rindern nach wenigen Tagen hat faulen sehen, so war er wohl aus dem Pansen genommen und nicht sauer. Außerhalb des Magens mit Nahrungsmitteln vermischt, hält er die Fäulniß von diesen ab: verschiedne Arten Fleisch, welche Beaumont (a. a. O. S. 87 fgg. 137) in menschlichen Magensaft legte, erhielten sich 4 bis 6 Wochen frisch; Ähnliches beobachteten auch Hood (Nr. 782. p. 165) und Andere. Montegre (Nr. 641. p. 21 sqq.) stellte dergleichen Versuche mit seinem eignen Magensafte an, den er des Morgens nüchtern ausgebrochen hatte, der also nicht sauer und überdies mit Speichel vermischt war: das darein gelegte Fleisch faulte; eines Tages aber nahm er ½ Drachme Magnesie, aß darauf ein Beefsteak, und brach davon eine Portion nach 1 Stunde, eine zweite nach 2½ Stunden weg: erstere war nicht sauer und nach 3 Tagen faulig, wogegen die letztere sauer war, erst nach 8 Tagen einen übeln Geruch bekam, und, in einer Glasröhre über einen Monat lang unter der Achsel getragen, nicht in Fäulniß ging. Auch die bereits begonnene Fäulniß wird durch sauren Magensaft gehemmt: Spallanzani (Nr. 639. S. 291—297) fand, daß faules Fleisch in Magensaft von Hunden, Krähen oder Adlern 25 Tage lang bei 8 bis 12° Wärme sich ohne Fortschreiten der Fäulniß erhielt, in der Sommerwärme und an der Sonne aber aufgelöst wurde und seinen Gestank verlor, und daß der von faulem Fleische im Magen gebildete Speisebrei nicht faulig roch; Ähnliches beobachtete Beaumont (a. a. O. S. 147. 158) an menschlichem Magensafte; Helm (Nr. 757. S. 29) brachte faulendes Fleisch durch die Fistel in den Magen seiner Patientin, und fand nach 3 Stunden, daß es in Geruch und Farbe keine Merkmale von Fäulniß mehr zeigte, und selbst wie frisches Fleisch schmeckte. Fordyce hatte ähnliche Erfahrun-

gen gemacht, und wenn Thackrah (Nr. 196. XI. S. 291 fg.) das Hunden und Katzen gegebene faule Fleisch nach einer Stunde noch faulig fand, so lag die Schuld wohl nur daran, daß die Verdauung um diese Zeit noch nicht weit genug vorgeschritten war. — Nach Coutanceau (Nr. 616. p. 18) und Trüttenbacher (Nr. 761. S. 21) begegnet der Magensaft der Fäulniß nur insofern, als er umwandelt, die bestehenden Qualitäten ändert und bildungsfähige Masse schafft: allein die Eigenschaft, vermöge deren er dies leistet, ist mit einer fäulnißwidrigen Kraft verbunden, da er auch für sich und außerhalb des Magens der Fäulniß widerstrebt. — Nach Eberle (a. a. O.) soll der Magenschleim vorzüglich schnell faulen, wenn er mit einer andern organischen Substanz in Berührung kommt, und eben hierdurch das tauglichste Vehikel zur Verdauung abgeben; auch setzt nach Purkinje und Pappenheim (Nr. 196. L. S. 211) der Lab die organischen Stoffe schnell in Fäulniß, während er, durch Säure in künstlichen Magensaft verwandelt, sich längere Zeit unversehrt erhält; dagegen soll nach Simon (Nr. 681. 1839. S. 8) der Kälbermagen in Berührung mit Käse nicht so in Fäulniß gehen wie sonst, indem der wirkende organische Chemismus den Eintritt der Wirksamkeit des Unorganischen hindere.

§. 957. Zu den Verhältnissen, welche bei der Verdauung mitwirken, sei es nun, daß sie dieselbe bloß unterstützen, oder nothwendige Bedingungen derselben abgeben, gehört A) die Muskelbewegung. Hatten die Jatromathematiker, Borelli, Redi, Pitcarn, Hecquet durch Beobachtungen am Muskelmagen der körnerfressenden Vögel sich bestimmen lassen, mit Erasistratus die Verdauung überhaupt für eine Zerreibung der Nahrungsmittel zu erklären, so wurde diese einseitige Ansicht bald widerlegt, da bei den allermeisten Thieren der Magen so dünne oder weiche Wandungen und so schwache Muskelfasern hat, daß er so zu wirken durchaus unvermögend ist. Wohl aber wird die Verdauung, insofern sie ein chemischer Proceß ist, durch mechanische Momente unterstützt: durch die Zertheilung wird die Oberfläche der festen Nahrungsmittel so vergrößert, daß die Verdauungssäfte so wie die Wandungen des Verdauungscanals in vielfachere Be-

A.

rührung mit ihnen treten und stärker auf sie einwirken; und durch die Bewegung des Speisebreies selbst wird dieselbe Wirkung und eine gleichförmigere Mengung mit den Verdauungssäften hervorgebracht. Wo der Verdauung durch Cohäsion und Mischungsverhältniß widerstrebende Nahrungsmittel ungekaut verschluckt werden, vermag der Magen durch eine ungewöhnliche Muskelkraft sie zu zerkleinern, und diese mechanische Einwirkung wird eine Bedingung der Verdauung: dies ist bei den körnerfressenden Vögeln der Fall, und so sah Reaumur (Nr. 173. 1752. p. 300) Gerstenkörner in offnen dickwandigen Bleiröhren, welche der Magen nicht zerdrücken konnte, unverdaut bleiben, auch wenn sie zuvor enthülst waren. Dasselbe sah Spallanzani (Nr. 639. S. 8); brachte er aber solchen Vögeln gekaute Semmel oder zerhacktes Fleisch in durchlöcherten Röhren oder Kugeln bei, so wurden diese Substanzen bis auf wenige Überreste verdaut (ebd. S. 32 — 37). Werden die Nahrungsmittel gekaut, oder sind sie an und für sich weich und leicht verdaulich, so bedarf es nur einer gelinden Bewegung des Verdauungscanals, um durch Umrühren, Schütteln oder Kneten des Speisebreies die Verdauung zu befördern. Auf gleiche Weise wird die Auflösung von Nahrungsstoffen in dem aus dem Magen genommnen Magensafte nach Beaumont (Nr. 712. S. 37), so wie in der künstlich nachgebildeten Verdauungsflüssigkeit nach Purkinje und Pappenheim (Nr. 681. 1838. S. 13) durch Schütteln beschleunigt; dies war auch der Fall, wenn durch eine in die Flüssigkeit gestellte mit gleicher Flüssigkeit gefüllte Barometerröhre ein anhaltender Druck ausgeübt wurde, wonach denn auch die Bauchwände einen Einfluß auf die Verdauung ausüben. B) Die Temperatur des menschlichen Magens ist nach den Beobachtungen von Helm (Nr. 757. S. 12) und Beaumont (a. a. O. S. 87) 30° Reaumur, und erfährt während der Verdauung an sich keine Veränderung, kann aber durch Speisen, und vornehmlich durch Getränke, welche bei ihrem schnellen Durchgange durch Mund und Speiseröhre ihre Temperatur bis in den Magen erhalten, erhöht oder vermindert werden (Nr. 247. II. p. 124): so fand Beaumont (a. a. O. S. 91), daß, nachdem St. Martin

ein Glas Wasser von 10° R. getrunken hatte, das in seinen Magen gebrachte Thermometer von 30° auf 16° sank, nach 2 Minuten aber wieder auf seinen frühern Standpunct kam; Vater (Nr. 172. XXXI. p. 89) sah bei einem widernatürlichen After die Schleimhaut des Darms in Berührung von kaltem Wasser bleich werden und sich fest zusammenziehen. Daß die Verdauung durch einen solchen Einfluß gestört und durch die natürliche Wärme des Verdauungscanals unterstützt wird, leidet keinen Zweifel. Die Wärme befördert jede Auflösung: so fängt die Magenverdauung bei frisch getödeten Thieren nur dann an, wenn die äußere Temperatur über 10° R. ist; nach Spallanzani (a. a. O. S. 81. 88) erfordert die Auflösung von Fleisch im Magensafte außerhalb des Magens wenigstens 10 bis 20° Wärme, und geht bei 40 bis 45° am schnellsten vor sich; Beaumont (a. a. O. S. 101. 147) und Hood (Nr. 782. p. 169) machten ähnliche Erfahrungen, wie nach Schwann (Nr. 681. 1836. S. 107) auch die Auflösung in künstlicher Verdauungsflüssigkeit bei 10 bis 12° viermahl so viel Zeit erforderte als bei 32°. Wenn aber mit der Temperatur des äußern Mediums die Eßlust und die Verdauung steigt und sinkt, wie z. B. Trembley (Nr. 136. S. 159 fgg.) an Polypen, Spallanzani (a. a. O. S. 125) an Schlangen, Hunter (Nr. 154. p. 108) und Krimer (Nr. 511. S. 38. 46) an Fröschen beobachteten, so hängt dies nicht von einem unmittelbaren Einflusse der äußern Temperatur, sondern vielmehr davon ab, daß die Verdauung mit der Lebensthätigkeit überhaupt und namentlich mit der dadurch bewirkten Consumtion gleichen Schritt hält. C) Die Thätigkeit des Nervensystems übt einen bedeutenden Einfluß aus, und ist nicht bloß als eine nothwendige Bedingung, sondern auch als das wirksame Princip der Verdauung betrachtet worden. Man beruft sich deshalb auf die Folgen, welche nach Verletzung gewisser Theile des Nervensystems eingetreten sind. Indeß können aus den in dieser Beziehung angestellten Experimenten leicht unrichtige Resultate gezogen werden, indem man entweder die auch im Normalzustande eine Zeit lang im Magen zurückbleibenden Überreste von Nahrungsmitteln für Beweise einer gestörten oder aufgehobe-

C.

nen Verdauung hält, oder eine wirklich eingetretene Störung, die durch die Nebenverhältnisse des Experiments verursacht worden ist, von der Verletzung des Nervensystems ableitet. Daher empfehlen in ersterer Hinsicht Breschet und Edwards (Nr. 190. IV. p. 258), bei solchen Versuchen ein gleiches, aber unverletztes Thier zur Vergleichung daneben zu haben, und in letzterer Beziehung Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 129) zum Durchschneiden des Lungenmagennerven nicht die Brust- oder Bauchhöhle zu öffnen, sondern eine Stelle am Halse zu wählen und durch die Tracheotomie einer Störung des Athmens zu begegnen.

a. a) Die Unterbindung oder Durchschneidung dieses Nerven auf beiden Seiten sollte nach Haller (Nr. 95. I. p. 462. Nr. 152. I. p. 359 sq.) zur Folge haben, daß die Nahrungsmittel unverdaut im Magen zurückbleiben und daselbst sogar in Fäulniß übergehen. Eine Hemmung der Verdauung beobachteten auch Wilson Philipp (Nr. 563. S. 97 fg.) an Kaninchen, Blainville (Nr. 188. VII. S. 532) an Tauben und Hühnern, Dupuy (Nr. 185. IV. S. 108) an Pferden und Schafen, Legallois (Nr. 560. p. 214) an Meerschweinchen und Andere. Dagegen geht aus den Beobachtungen, welche Emmert (Nr. 184. IX. S. 408), Broughton (Nr. 216. I. p. 123 sqq.), Breschet mit Edwards (Nr. 190. IV. p. 258) und Vavasseur (Nr. 423. II. p. 494), Ware und Finlay (Nr. 197. XVII. S. 486), Mayer (Nr. 186. II. S. 78), Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 133), Brachet (Nr. 805. S. 142 fgg.), Müller und Diekhof (Nr. 673. I. S. 531 fg.) an verschiedenen Thieren anstellten, hervor, daß die Durchschneidung der Lungenmagennerven die Verdauung zwar schwächt und verlangsamt, aber nicht aufhebt.

b. b) Auf gleiche Weise, nur noch stärker, wirkte nach Breschet (Nr. 423. II. p. 496) die Wegnahme eines Stücks vom Gehirne; Enten, welchen Magendie das große Hirn und einen großen Theil des kleinen Hirns genommen hatte, lebten gegen 10 Tage und verdauten in dieser Zeit sehr gut, während dagegen eine Verletzung des verlängerten Marks die Verdauung störte; so fand auch Brachet (a. a. O. S. 148) bei einem jungen Hunde, dem er ein Stück vom hintern Theile des

großen Hirns und vom verlängerten Marke genommen hatte, das vor der Operation gegebene Fleisch nach 5 Stunden im Mundtheile des Magens unverändert, im Pförtnertheile hingegen in anfangender Verdauung begriffen. Endlich will Krimer (Nr. 511. S. 59) bei einem Frosche, dem er den Kopf abgeschnitten und den Hals zu Verhütung von Blutungen unterbunden hatte, eine ungestörte Verdauung beobachtet haben. Es fragt sich nun, auf welche Weise die Verletzung des Lungenmagennerven und seines Centralorgans hier wirkt. c) Magendie behauptet, die Durchschneidung des Nerven wirke nur durch Störung des Athmens auf die Verdauung, und habe auf Letztere keinen Einfluß, wenn sie nicht am Halse, sondern in der Brust unterhalb des Ursprungs der Lungennerven angestellt werde. Allein wiewohl eine hinzutretende Athmungsbeschwerde die Verdauung allerdings noch mehr stört, so fanden doch Brachet (a. a. O. S. 158), Breschet und Vavasseur (Nr. 423. II. p. 493) bei Thieren, denen sie, um keinen Faden des Magennerven unverletzt zu lassen, die unterbundne Speiseröhre dicht über dem Magen durchschnitten hatten, das vor 7 bis 8 Stunden gegebene Futter wenig oder gar nicht verdaut. d) Wilson (a. a. O. S. 123) und Andere nehmen an, der Nerve bedinge die Secretion des Magensaftes (vgl. §. 847. c), und Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. I. S. 340) bestimmen namentlich seine Wirksamkeit dahin, daß er die Neutralsalze des Blutes zersetze und so dem Magensafte freie Säure verschaffe, wie dies auch Eberle (Nr. 713. S. 147) annimmt (vgl. §. 851. c). Allein die Beobachtungen von Blainville (a. a. O.), Leuret und Lassaigne (a. a. O. p. 133), Mayer (a. a. O), Krimer (Nr. 511. S. 58), Prevost und Royer (Nr. 244. XXVII. p. 235), Brachet (a. a. O. S. 163 fg.), Müller und Diekhof (a. a. O.), und Arnold (Nr. 784. II. 2. Abth. S. 76) haben gelehrt, daß die Secretion von saurem Magensafte dabei fortdauert, wenn auch in beschränkterem Maaße. — Wilson glaubte gefunden zu haben, daß nach Aufhebung des Nerveneinflusses der Galvanismus die Secretion von Magensaft und hiermit die Verdauung wiederherstelle, die Einwirkung des Nerven also elektrischer Natur sei, und Matteucci (Nr 196.

c.

d.

XL. S. 129) stellte diese Wirkung der positiven Polarität gleich. Breschet und Edwards glaubten anfänglich (Nr. 423. II. p. 499 sqq.) aus ihren Beobachtungen schließen zu dürfen, daß der Galvanismus hier den Einfluß der Nerven ersetze, fanden jedoch späterhin (Nr. 190. IV. p. 261. 269), daß, wenn er der Verdauung wirklich zu Hülfe kam, die Art der Application der Pole völlig gleichgültig, mithin eine bestimmte Polarität nicht wirksam war. Aber nach den Beobachtungen von Ware und Finlay (Nr. 197. XVII. S. 486) und von Müller (Nr. 673. I. S. 532. 618) zeigte der Galvanismus gar keine Wirkungen auf die Verdauung. e) Die Bewegung der Speiseröhre, ungeachtet sie ganz unwillkührlich ist, hängt von der Einwirkung des Lungenmagennerven ab, und läßt sich durch dessen Reizung hervorrufen und verstärken, so wie durch seine Durchschneidung vernichten. In letzterem Falle findet man ihren untern Theil mit dem nach der Operation genoßnen Futter gefüllt und davon ausgedehnt. Wie schon Valsalva, so erklärten dies Wilson (Nr. 563. S. 131), Broughton (a. a. O. p. 123), Dieckhof (Nr. 196. XLVIII. S. 329) und Astley Cooper (Nr. 423. 3. Serie. I. p. 359) aus dem in Folge der Lähmung eingetretenen Unvermögen, die Nahrung in den Magen zu treiben; Mayer (Nr. 186. II. S. 76) behauptet, die Speiseröhre sei nicht gelähmt, sondern treibe durch antiperistaltische Bewegung die Nahrungsmittel aus dem Magen herauf. In der That erfolgt nach Durchschneidung des Nerven gewöhnlich Erbrechen, und zwar, wie Wilson (a. a. O. S. 96) bemerkt, bei vollem Magen sogleich, bei leerem erst nach einigen Stunden; nicht selten, wie z. B. Mayer (a. a. O. S. 65) beobachtete, erst am folgenden Tage; und wenn es durch Unterbindung der Speiseröhre gehindert worden war, so fanden Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 133), daß das Futter bis zur Unterbindungsstelle aufgestiegen war. Allein das Erbrechen selbst kann man mit Dupuy (Nr. 423. XIV. p. 289) und Breschet (Nr. 190. IV. p. 270) als die Folge der Lähmung betrachten, indem der vom Rumpfnerven und vom Zwerchfellnerven Zweige erhaltende Pförtnertheil, so wie das Zwerchfell und die musculöse Bauchwand das Über-

gewicht über den Mundtheil des Magens und über die Speiseröhre erlangt (Nr. 464. III. S. 67). — Nach Breschet (Nr. 190. IV. p. 266 sqq.) wird die Verdauung dadurch gestört, daß die Bewegung des Magens, durch welche die Nahrungsmittel mit dem Magensafte in vielfältige Berührung gesetzt werden sollen, aufgehoben ist, denn sie wurde eben so wie durch Galvanismus hergestellt, wenn die Enden des durchschnittnen Nerven durch einen Metalldrath oder durch Seide und Glas mit einander in Verbindung gesetzt waren, oder wenn das untere Ende mit einem Zwirnsfaden an einem Muskel befestigt und durch dessen Bewegung fortdauernd gezerrt wurde. So nimmt auch Brachet (a. a. O. S. 150 — 154) an, daß der Nerve durch Erregung der Bewegung des Magens die Verdauung bestimme, und diese durch seine mechanische, wie galvanische Reizung sich herstellen lasse: er stach bei einem Hunde, der eben gefüttert worden war, das untere Ende des am Halse durchschnittnen Nerven 8 Minuten lang mit dem Messer, schnitt dann ein Stückchen ab, reizte die frische Schnittfläche wieder 8 Minuten, und fuhr so 4½ Stunde lang fort, wo er denn das Fleisch im Magen zum Theil verdaut, auch etwas Speisebrei im Dünndarme fand. Allein nach den Erfahrungen von Magendie (Nr. 247. II. p. 21), Wilson (Nr. 563. S. 123. 210) und Mayer (a. a. O.) wird die Bewegung des Magens und die Austreibung des Speisebreies in den Darm durch Durchschneidung des Nerven nicht aufgehoben. Brachet (a. a. O. S. 151) fand selbst zuweilen Speisebrei im Dünndarme, und erklärte dies sehr gezwungen dahin, daß er nicht vom Magen dahin getrieben, sondern von dem zuletzt aufgenommenen Futter fortgestoßen worden sei; auch blieb bei wiederholten Versuchen mit mechanischer Reizung des Nerven die Verdauung bisweilen eben so unvollkommen, als ohne dieselbe (ebd. S. 154). So fand auch Wilson (Nr. 196. XXV. S. 325) bei Wiederholung von Breschets Experimente die Verdauung nicht anders, als bei einfacher Durchschneidung der Nerven. Arnold (Nr. 784. II. S. 78) fand bei Hühnern und Tauben, denen er ein Stück aus dem Lungenmagennerven am Halse ausgeschnitten hatte, weder die Verdauung, noch die Bewegung vom Vormagen und Muskel-

magen ganz aufgehoben, wohl aber bedeutend schwächer als sonst; wenn er aber daraus folgert, daß der Nerve mittels der Bewegung auf die Verdauung Einfluß habe, so kann man ihm dies wohl nur auf sehr beschränkte Weise zugestehen. Müller (Nr. 673. I. S. 479. 483. 532. 618. 773) sah auf mechanische oder galvanische Reizung des Nerven nie Bewegungen des Magens erfolgen, wie sie nach unmittelbarer Reizung des letztern eintreten. Die Magenmuskeln wirken also unabhängig von den Nerven; da sie aber deren Einflusse nicht völlig entzogen sind, so können sie zuweilen dadurch bestimmt werden. So sah Bichat (Nr. 103. II. 1. Abthl. S. 295) bei Reizung des Lungenmagennerven am Halse den Magen sich zusammenziehen; dasselbe, so wie eine beschleunigte Bewegung der Därme sahen Tiedemann und Gmelin (Nr. 222. S. 13 fg. 22. 33) bei Reizung desselben in der Brusthöhle mit dem Scalpell oder mit Weingeist. Bei Anbringung der Pole einer Voltaschen Säule an den Lungenmagennerven und an den Magen fühlte Brachet (a. a. O. S. 154) nur eine leichte zitternde Bewegung, als die Kette geschlossen wurde, und Schulz (Nr. 691. p. 29) sah, daß das Galvanisiren des Lungenmagennerven die peristaltische Bewegung verstärkte, sie aber, als sie schon aufgehört hatte, nicht erregte. — Brachet (a. a. O. S. 168 fgg.) nimmt an, die Bewegungen des obern Theils vom Dünndarme hingen ebenfalls vom Lungenmagennerven ab; allein die Erfahrungen, die er dafür anführt, daß der Dünndarm nach Durchschneidung des Nerven später als gewöhnlich Speisebrei enthält, sind keine hinreichenden Beweise; nach Magendie (a. a. O. p. 99) wird die Bewegung des Gallendarms durch solche Durchschneidung nicht aufgehoben. f) Der mittlere Theil des Darms bekommt nur Zweige des Rumpfnerven, und steht, da dieser Fäden von den Rückenmarksnerven enthält, unter dem Einflusse des Rückenmarks. Hierdurch soll nach Krimer (Nr. 511. S. 59 fg.) die Verdauung bedingt werden, da diese bei Fröschen nach Abschneiden des Kopfs bei künstlichem Athmen ungestört blieb, nach Wegnahme des Rückenmarks aber sogleich aufhörte; und so soll nach Brachet (a. a. O. S. 169) dieses namentlich die peristaltische Bewegung verursachen, da bei einem

Meerschweinchen, welchem 4 Stunden nach der Fütterung das Rückenmark in der Gegend der letzten Brustwirbel quer durchschnitten war, 8 Stunden darauf der obere Theil des Dünndarms leer, der untere Theil desselben aber, so wie der Dickdarm voll war. Man sieht aber leicht ein, daß durch die letztere Beobachtung eine Lähmung des Dünndarms keineswegs erwiesen ist, und daß die Aufhebung der Verdauung und der peristaltischen Bewegung bei gewaltsamer Zerstörung des Rückenmarks keinen hinreichenden Beweis für dessen wesentliche Mitwirkung zu diesen Functionen abgiebt. Wenn Wilson (Nr. 563. S. 103 fg.) Kaninchen durch einen Schlag auf das Hinterhaupt betäubt, und dann das Rückenmark mit einem glühenden Drathe zerstört, oder dasselbe sammt dem Gehirne weggenommen hatte, so dauerte die Bewegung des Magens und Darms ungestört so lange fort, bis diese Eingeweide an der Luft erkaltet waren. Dasselbe ist der Fall, wenn man den Rumpfnervenstamm durchschneidet, die zum Darme gehenden Zweige desselben unterbindet oder durchschneidet, seine Ganglien zerstört, und den Darm selbst vom Gekröse abschneidet, wie dies Bichat (Nr. 559. p. 358 sqq. Nr. 103. II. 2. Abthl. S. 299), Magendie und Müller (Nr. 673. II. S. 69) bezeugen. Bei dieser Unabhängigkeit der Darmbewegung vom Nervensysteme ist sie doch dem Einflusse desselben, aber auch nur in beschränktem Maaße unterworfen. Dies sprach sich bei Mangilis (Nr. 184. II. S. 117) Versuchen mit dem einfachen Galvanismus klar aus: wurden beide heterogene Metalle am Rumpfnerven angebracht, so erfolgte keine Bewegung; wurde das eine am Nerven, das andere am Darme angesetzt, so trat eine schwache Bewegung ein, und diese wurde erst dann stärker, wenn beide mit dem Darme in Berührung gesetzt waren. Von der Reizung der Darmnerven sahen Wutzer und Mayo keine Wirkungen; aber die Anwendung einer starken Voltaschen Säule oder des kaustischen Kali auf den Eingeweidenerven oder das Oberbauchganglion verstärkte nach Müller (a. a. O. I. S. 490. 647. 711. II. S. 50) die Bewegung des Darms, und erregte sie von Neuem, wenn sie aufgehört hatte. So bemerkte Wilson (a. a. O. S. 112) nach Anbringung von Weingeist auf

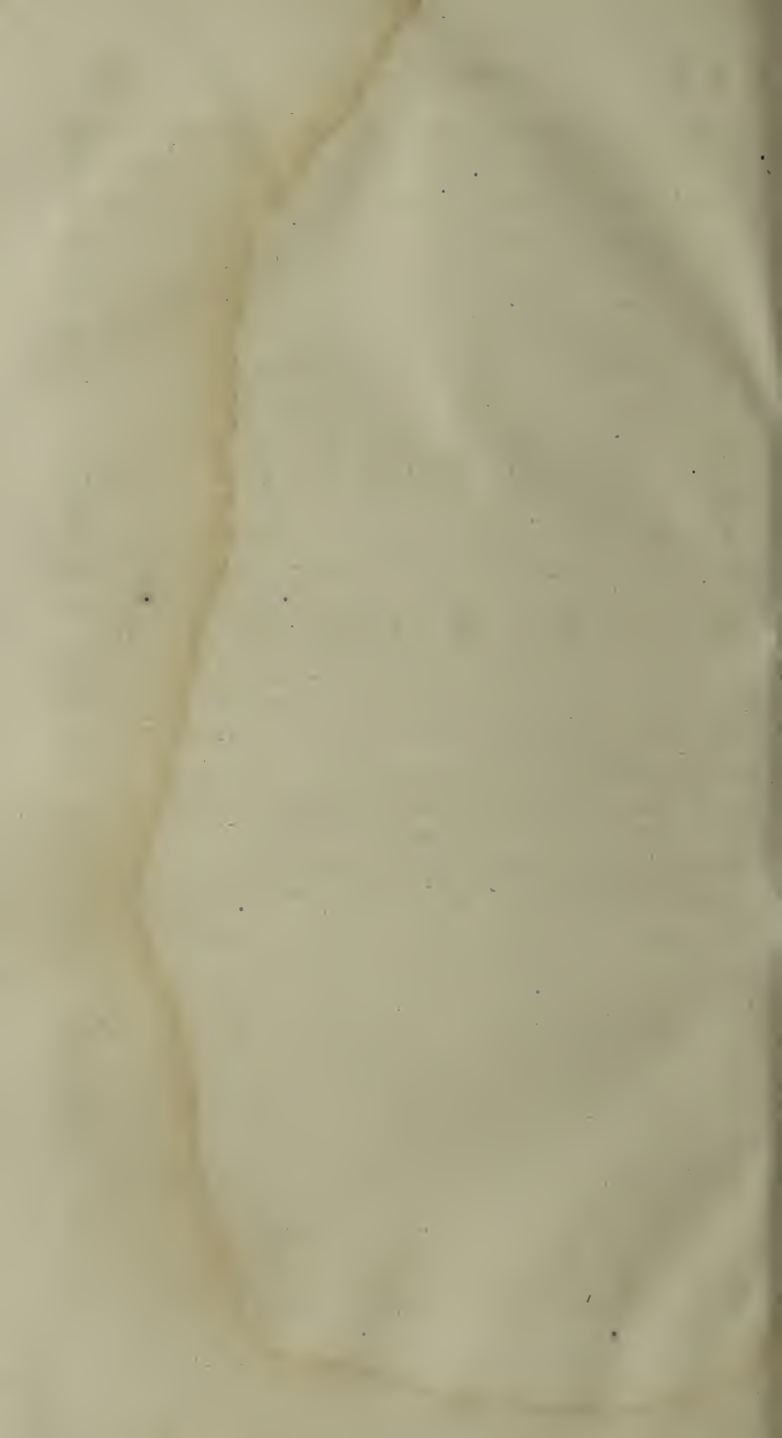
Gehirn und Rückenmark oftmahls eine Vermehrung der peristaltischen Bewegung, wie denn auch Schwarz (Nr. 464. III. S. 70) auf Stechen des Gehirns zuweilen convulsivische Bewegungen der Därme eintreten sah. — Auf ähnliche Weise verhält es sich nun auch mit der Verdauung: diese litt nach Wilsons (a. a. O. S. 127. 131. 134) Erfahrungen, wenn ein großer Theil des Rückenmarks zerstört worden war; nach Breschet (Nr. 423. II. p. 495. Nr. 190. IV. p. 258) wurde sie dadurch verlangsamt und geschwächt, aber nicht völlig aufgehoben, und nach Brachet (a. a. O. S. 148) ging sie nach Durchschneidung des Rückenmarks in verschiedenen Gegenden meist eben so wie im unverletzten Zustande vor sich. g) Im Alterthume hatte man die Verdauung aus einem Zutritte der Nervengeister zum Magen erklärt, und Haller (Nr. 95. VI. p. 309 sq.) bemerkte, daß sich dies nicht widerlegen, aber auch nicht beweisen lasse. Indessen wird die Meinung, daß die Nerventhätigkeit das eigentlich wirkende Princip der Verdauung sei, durch obige Erfahrungen hinreichend widerlegt. Baumgärtner (Nr. 533. S. 176) erkennt mit Recht die lebendige und belebende Einwirkung der Magenwandung auf die Nahrungsmittel als das Wesentliche der Verdauung an; wenn er aber annimmt, es seien die Magennerven, welche durch ihre unmittelbare Einwirkung den assimilirbaren Stoffen etwas mittheilen, wodurch sie die Eigenschaften belebter Stoffe erhalten, so erkennen wir darin nichts als die Erneuerung der alten Hypothese von den Nervengeistern in neuer Form. Der lebendige Organismus verdaut vermöge der ihm inwohnenden aneignenden Kraft, und schafft sich die Mittel dazu in der Bildung eigner Organe und Säfte; die Wirksamkeit dieser Organe ist nicht isolirt, sondern steht im Zusammenhange mit dem Gesammtleben; der Ausdruck dieser Verbindung ist das Nervensystem einerseits, so wie das Blutsystem andererseits, und somit verursacht denn ein Leiden dieser Systeme eine Störung der Verdauung. Wird demnach dem Magen z. B. durch Trennung seiner Nerven ein nur vermöge seines Zusammenhanges mit dem Gesammtleben lebendiges Glied seiner Organisation entzogen, so giebt er darum nicht die ihm inwohnende, in seinem Begriffe wurzelnde Thätigkeit auf,

wirkt aber mit geringerer Kraft: seine Turgescenz sinkt, wie in jedem Organe bei herabgesetzter Lebendigkeit, und so haben ihn denn alle Beobachter in diesem Zustande schlaff, glatt, ohne Falten und ausgedehnt gefunden. Oftmahls zeigt sich dabei in Folge einer durch Übergewicht des Bluts entstandenen passiven Congestion eine Röthung des Magens (§. 847. c), welche unter Anderm auch von Broughton (Nr. 216. I. p. 123. 127), Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 131) beobachtet, und von Gendrin (Nr. 538. I. p. 584) für eine, die Verdauung störende Entzündung gehalten wurde. h) Der Einfluß des animalen Lebens offenbart sich bei verschiednem Leiden des Gehirns (Nr. 464. III. S. 68 fgg.), indem dasselbe bald Unreizbarkeit des Magens, bald Erbrechen, bald Abnormitäten der Verdauung und Diarrhoe oder Verstopfung zur Folge hat. Eben so bedeutend ist der Einfluß der Seelenthätigkeit (ebd. S. 135 fgg.), wie denn Gosse (Nr. 639. S. 407) durch unmittelbare Beobachtung die allgemeine Erfahrung bestätigte, daß die Verdauung durch eine unmittelbar nach der Mahlzeit unternommene Geistesanstrengung gestört, durch Gemüthsruhe und leichte Bewegung befördert wird. Beaumont (Nr. 712. S. 72) sah es mit Augen, wie nach einer Gemüthsbewegung die Schleimhaut des Magens roth und trocken, oder bleich und glanzlos wurde; eben so (ebd. S. 63) beobachtete er, wie bei einer gelinden Bewegung die Temperatur des Magens um 1° stieg und die Verdauung lebhafter wurde, bei eintretendem Schweiße der Magensaft an Säure verlor, und bei starker, ermüdender Bewegung die Verdauung verlangsamt wurde. D) Da die Pflanze, um zu vegetiren, auch im Erdboden atmosphärische Luft finden muß, und bei Einwirkung einer irrespirabeln Gasart auf ihre Wurzel abstirbt, da ferner beim Verschlucken der Nahrungsmittel auch Luft in den Verdauungscanal eingeführt wird, und da das Wasser, nur wenn es Luft enthält, ein der Gesundheit zuträgliches Getränk abgiebt, so wäre es möglich, daß die atmosphärische Luft einen Einfluß auf die Verdauung hätte und dabei zersetzt würde. Indeß bleibt dies eine bloße Vermuthung. Daß bei einer Taube, welcher Plagge (Nr. 185. VII. S. 221) die Speiseröhre unterbunden hatte, die

Verdauung der zuvor in den Kropf gestopften Erbsen unvollkommner vor sich ging als sonst, ist kein hinreichender Beweis dafür. Nach einer von Reich aufgestellten Hypothese soll die Säuerung des Speisebreies von dem mit dem Speichel verschluckten atmosphärischen Sauerstoffe herrühren, so wie Moscati (Nr. 193. VIII. 2. St. S. 79) es für wahrscheinlich hielt, daß die Verdauung in einem Übergange des Sauerstoffs aus dem Magensafte an die Nahrungsmittel und des Wasserstoffs aus diesen an jenen bestehe. Daß wenigstens bei der Auflösung nährender Substanzen in künstlichem Magensafte kein Gas entwickelt und nicht mehr Sauerstoff aus der Atmosphäre absorbirt wird, als von andern animalischen Substanzen, hat Schwann (Nr. 681. 1836. S. 82 fgg.) bemerkt. E) Endlich ist man versucht worden, eine nähere Beziehung der Milz zur Verdauung zu vermuthen. Allein nach Ausrottung dieses Organs ist nur in einzelnen Fällen eine Störung der Verdauung bemerkt worden, gemeiniglich aber nicht (Nr. 95. VI. p. 421. Nr. 606. p. 135). Die Alten hatten gemeint, die Milz gebe durch die Magenvenen einen sauren Saft oder ein Ferment oder schwarze Galle zum Behufe der Verdauung an den Magen (Nr. 95. VI. p. 154 sqq.); nach Oken (Nr. 23. S. 167) soll sie den Magensaft oxydiren, und sich zum Magen wie die Luft zur Lunge verhalten, nach Clarke (Nr. 542. S. 113) aber das überflüssige Getränk aufbewahren, um es dann zu Verdünnung des Speisebreies wieder in den Magen zu führen. Nach Andern sollte sie das Blut sammeln, um es während der Verdauung an den Magen abzugeben und sich zu entleeren (§. 742. d). Home (Nr. 165. I. p. 225 sqq.) sah, daß in den Magen gebrachte Pigmente bei unterbundnem Pförtner nach einiger Zeit im Harne wieder erschienen, und glaubte daher, ein Theil des Getränks gehe aus dem Magen in die Milz, fand aber späterhin, daß auch bei ausgeschnittner Milz jene Stoffe mit dem Harne abgehen. Überall fehlt es an irgend einem sichern Beweise für die Mitwirkung dieses Organs zur Verdauung.

Neunzehntes Buch.

Vom Athmen.



Der Chylus im Lymphsysteme.

§. 958. Die Identität der Verdauung mit der Rücksaugung zeigt sich darin, daß ihre beiderseitigen Producte im Wesentlichen einander gleich sind. Chylus und Lymphe sind beides Flüssigkeiten, welche alkalisch reagiren, Kügelchen schwebend enthalten, aus Wasser, Faserstoff, Eiweißstoff, Osmazom, Speichelstoff und Salzen bestehen, und durch Gerinnung des Faserstoffs in Kuchen und Serum sich scheiden (§. 912. 949). Beide gehen aus der auf Selbsterhaltung gerichteten Lebensthätigkeit hervor (§. 914. 955), werden durch Umwandlung der verschiednen vorhandenen Substanzen gebildet (§. 915 fg. 952 fg.), treffen in einem und demselben Gefäßsysteme zusammen, und sind zur Umwandlung in Blut, dessen Verlust sie ersetzen sollen, bestimmt. A) Nur relativ sind sie von einander verschieden. Der Organismus nimmt bei der Rücksaugung veraltete organische Stoffe aus der eignen Substanz von Neuem in den Kreislauf auf, um sie wieder zu beleben und das der Belebung Unfähige durch die Secretionsorgane auszustoßen; bei der Verdauung aber bemächtigt er sich abgestorbener oder getödeter fremder organischer Substanz, führt die daraus gebildete, seiner Natur entsprechende, und in das Leben zurückgerufene Materie in sein Innres, das Gefäßsystem, ein, und treibt das solcher Umwandlung Widerstrebende durch denselben Canal, welcher zur Aufnahme gedient hatte, mit eignen Secretionsproducten gemischt, aus. In beiden Acten findet ein Stoffwechsel Statt, in welchem das siegende Leben die absterbende Materie verjüngt, um mit dem Einzelnen zugleich das Ganze in frischer Lebendigkeit zu erhalten: die Rücksaugung ist der innre Verkehr im entoplastischen Systeme (§. 910. a. b),

durch welchen jegliches Gebilde von seiner abgelebten Materie befreit und dem Organismus Stoff zu neuer lebendiger Bildung sparend dargeboten wird (§. 909. C); und bei der Verdauung ist das Leben gegen die Außenwelt gerichtet, eine Metamorphose bewirkend, durch welche es sich sowohl in seiner individuellen Form, als auch in seiner universellen Erscheinung als organisches Reich erhält (§. 955. m). Die specielle Verschiedenheit der beiderseitigen Producte besteht aber darin, daß der Chylus mehr Kügelchen enthält, überhaupt an organischen Substanzen reicher ist, namentlich an Faserstoff, wovon er z. B. bei einem Pferde 0,0037 enthielt, während in der Lymphe nur 0,0013 war (Nr. 643. I. S. 247); so wie auch an Eiweißstoff (Nr. 358. V. S. 700) und Extractivstoff, von welchen sein Serum bei einem andern Pferde 0,050 enthielt, während der Gehalt des Lymphserums nur 0,037 war (Nr. 184. VIII. S. 170). Er gerinnt schneller und enthält häufig Fett, welches in der Lymphe nur im gebundnen Zustande vorkommt, frei oder suspendirt. B) Chylus und Lymphe sind die Keime des Bluts: fähig, sich zu demselben auszubilden, aber noch in unvollkommnem, unentwickelten Zustande. So unterscheiden sie sich von ihm a) in quantitativer Hinsicht durch geringere specifische Schwere (nach Brande, Macaire und Marcet), mindere Zahl von Kügelchen und schwächern Gehalt an festen Stoffen (0,08 bis 0,10, während der des Blutes 0,21 bis 0,26 ist), namentlich an Eiweißstoff, wie z. B. nach Reuß und Emmert (Nr. 358. V. S. 166) das Chylusserum beim Abdampfen 0,05, das Blutserum hingegen 0,22 festen Rückstand gab. Ihr Salzgehalt nähert sich dem des Blutes. Daß sie, wie behauptet wird, weniger Faserstoff enthalten, geht aus den (§. 684. 912. 949) angeführten Analysen nicht hervor. Der Chylus enthält, wenigstens oftmahls, mehr Fett, und wohl für immer mehr Osmazom als das Blut, worin die Lymphe ihm nahe kommt. [Zusatz von Ernst Burdach. 142 Gran Chylus vom Hunde wurden, noch bevor völlige Gerinnung eingetreten war, in Wasser gethan und während mehrerer Stunden umgeschüttelt, so daß sich eine schwach milchige Flüssigkeit bildete, in welcher weiße Flocken zu erkennen

waren. Das Ganze wurde nun durch feines Papier filtrirt, und der Rückstand gewogen. Dieser betrug etwas über 2 Gran. 240 Gran Blut von demselben, vermittelst Durchschneidung der Schenkelarterie getödeten Hunde wurden frisch mit einem hölzernen Stäbchen so lange geschlagen, bis sich an dasselbe kein Faserstoff mehr ansetzte. Dieser wurde gesammelt, zwischen Löschpapier abgetrocknet, und dann gewogen. Er wog $17^1/_2$ Gran. Das Blut enthält demnach 0,0739, der Chylus hingegen 0,0540 Faserstoff. 159 Gran in einem Uhrglase aufgefangener Chylus vom Hunde wurden ohne Weiteres der Wärme ausgesetzt und lieferten 18 Gran eingetrocknete feste Substanz. 175 Gran größtentheils arterielles Blut von demselben Thiere gaben ganz eben so behandelt 55 Gran trocknen Rückstand. Beiderlei Rückstände wurden zerbröckelt in verschlossenen Gläsern mit starkem Weingeist behandelt. Der Inhalt von beiden Gläsern wurde dann filtrirt, und der durchgegangene Spiritus in Uhrgläsern allmälig abgedampft. Während des Abdampfens zeigten sich auf dem Weingeiste, mit welchem das Blut behandelt worden war, kleine Fetttropfen, welche bei dem andern nicht wahrgenommen wurden. Es fand sich nun nach diesem Verfahren: vom Chylus fester, trockner Rückstand $3^1/_2$ Gran, vom Blute dagegen nur $2^1/_2$ Gran. Diese Rückstände wurden nun wieder in Wasser gelöst, und ließen nach dem Zutröpfeln von Galläpfeltinctur Flocken fallen, charakterisirten sich also als Osmazom. Es ergiebt sich hieraus der Gehalt an Osmazom: im Chylus = 0,0220, im Blute = 0,0111.]

b) Der Grund der qualitativen Verschiedenheiten liegt hauptsächlich in der verschiednen Proportion der entferntesten Bestandtheile. Nach den (§. 685. b. 950. k) angeführten Elementaranalysen enthält der Chylus mehr Kohlenstoff und Sauerstoff, und dagegen weniger Stickstoff und Wasserstoff als das Blut. c) Die Kügelchen des Chylus und der Lymphe fand Müller (Nr. 673. I. S. 247) von gleicher Größe wie die Blutkörner. Größer als diese sollen sie nach Wagner (Nr. 823. II. S. 47) bei Mammalien überhaupt, und nach H. Nasse (Nr. 186. V. S. 23) namentlich beim Menschen sein. Dagegen sind sie kleiner als Blutkörner gefunden worden überhaupt von Cruikshank (Nr. 727. I.

b.

c.

S. 89), Krimer (Nr. 511. S. 127), Prevost und Dumas, Mayo (Nr. 689. p. 160), und insbesondre beim Menschen von Krause (Nr. 597. I. S. 499), beim Menschen und bei Hunden von Arnold (Nr. 784. II. S. 173), bei Hunden, Kälbern und Ziegen von Müller (a. a. O. S. 247. 543), bei Mäusen von Poiseuille (Nr. 738. S. 136), bei Vögeln, Amphibien und Fischen nach Wagner (a. a. O. S. 31), bei Fröschen von Müller (a. a. O. S. 143) und Valentin (Nr. 792. II. S. 71). Überhaupt aber sind sie, wie schon Schulze (Nr. 598. S. 117) und Blainville (Nr. 566. I. p. 192) bemerkten, von verschiedner Größe, und variiren hierin nach Wagner (a. a. O. S. 25) ungleich mehr als die Blutkörner, wie denn z. B. Müller (a. a. O. S. 247) bei Kaninchen die meisten kleiner als diese, einige von gleicher Größe, und einige größer fand. Übrigens sind sie auch nicht so regelmäßig gestältet (Nr. 566. I. p. 192. Nr. 598. S. 117. Nr. 673. I. S. 543), nach Wagner (a. a. O. S. 47) an ihrer Oberfläche granulirt, nicht platt, sondern kuglig, und auch bei Thieren, deren Blutkörner elliptisch sind, kreisrund (ebd. S. 24). Außerdem ändern sie sich nicht so schnell als die Blutkörner, und lassen sich unverändert Tage lang unter Wasser halten (ebd. S. 26). Vogel (Nr. 824. S. 86 fg.) giebt an, daß die Kügelchen von Chylus und Lymphe 0,0025 bis 0,0033 Linie (die Blutkörner 0,0033 Linie) groß, granulirt und durch Essigsäure in Schale und Kern zu scheiden seien. d) Chylus und Lymphe sind nach Müller (a. a. O. S. 142. 535) nicht so stark alkalisch als das Blut. e) Der Faserstoff des Chylus hat nach Vauquelin (Nr. 179. XVIII. p. 245 sqq.) nicht die faserige Textur, die Festigkeit und Elasticität, welche dem Faserstoffe des Bluts eigen ist, und geht, wie Marcet (Nr. 685. II. p. 43) angiebt, nach einiger Zeit in einen beinahe flüssigen Zustand über. Er unterscheidet sich ferner dadurch, daß er nach Vauquelin schneller, vollständiger und ohne Rückstand in kaustischem Kali, nach Brande (Nr. 208. XV. S. 371) eben so auch in kohlensauren Laugensalzen und unter Entwicklung von etwas Ammonium sich auflöst, wie dies auch Prevost und

Le Royer (Nr. 244. XXVII. p. 233) bestätigen; Säuren schlagen aus der Auflösung Eiweißstoff nieder. Ferner ist er nach Prout (Nr. 208. XXVIII. S. 210) in Essigsäure schwerer auflöslich, und zwar, wie Brande bemerkt, nur in der Siedehitze und zu einem kleinen Theile, der beim Erkalten in weißen Flocken sich absetzt. Hiernach erklärte ihn Vauquelin für Eiweißstoff, der den Charakter von Faserstoff anzunehmen beginnt, indem die Nahrung erst in Eiweißstoff, dieser aber in Faserstoff umgewandelt zu werden scheint. Nach Brande soll er mehr dem Käsestoffe als dem Blutfaserstoffe ähneln. f) Auch der Eiweißstoff des Chylus scheint noch nicht völlig ausgebildet zu sein: ist er durch Weingeist niedergeschlagen, so giebt er mit kaustischem Kali nach Vauquelin nur eine milchige, nicht so durchsichtige Flüssigkeit wie der Eiweißstoff des Bluts. Nach Prout (Nr. 629. S. 39) erkennt man seine Verschiedenheit von diesem, wenn man beide gegen einander hält, in den sinnlichen Eigenschaften und im Verhalten gegen Reagentien, ohne daß man bestimmte chemische Unterscheidungszeichen anzugeben vermöchte. g) Der Chylus enthält gewöhnlich freies Fett, das Blut nur im abnormen Zustande. Das mit Äther ausgezogene Fett soll nach Schultz (Nr. 765. S. 41) aus dem Chylus ölartig, aus dem Blute krystallinisch sein. h) Das Eisen endlich ist nach Emmert (Nr. 184. VIII. S. 167) im Chylus nicht so gebunden wie im Blute, sondern läßt sich durch Salpetersäure ausziehen und dann durch Galläpfeltinctur niederschlagen. [Zusatz von Ernst Burdach. 60 Gran Chylus wurden mit einer halben Unze Salpetersäure übergossen, und zur Vergleichung ein Gleiches mit einer etwas größeren Quantität Blut vorgenommen. Der Chylus wurde nicht sofort aufgelöst, sondern gerann zu einem Klumpen dem gesottenen Eiweiße ähnlichen Masse, welche nach 24 Stunden noch wenig verändert war, und deshalb zerstückelt wurde. Es zeigten sich dabei in der klaren Säure nach 24 Stunden unter dem Mikroskope eine Menge sehr kleiner, etwa den zehnten bis achten Theil eines Chyluskügelchen messender Körnchen, welche bei 300facher Vergrößerung wie glatte Perlchen, bei 500facher aber als nicht ganz sphärische, etwas gefärbte

f.

g.

h.

Körperchen erschienen. Das Blut mit Säure übergossen, bildete augenblicklich eine trübe, schwarze Flüssigkeit, und schien mit Ausnahme einiger schwarzen Klümpchen vollständig aufgelöst; unter dem Mikroskope zeigten sich farbige Körperchen, welche etwa ⅓ so groß als Blutkörperchen erschienen und bei 500facher Vergrößerung als nicht regelmäßig rund erkannt wurden. Nach 3 Tagen hatte die den Chylus enthaltende Säure eine schwach grünliche Farbe angenommen, und erstere war bis auf wenige zu Boden gesunkene weiße Flocken aufgelöst. Jetzt wurde sowohl die Chylus- als die Blutlösung mit Wasser verdünnt, und durch feines Papier filtrirt. Nachdem etwa die Hälfte von beiden als durchaus klare, und zwar die vom Chylus als farblose, die vom Blute dagegen als urinfarbige Flüssigkeit, in welcher auch das Mikroskop keine Partikelchen erkennen ließ, durchs Filtrum gegangen war, wurde Alles in acht Gläser so vertheilt, daß zwei derselben die filtrirte, zwei andere die nichtfiltrirte Chyluslösung, und je zwei in gleicher Art die Blutlösung aufnahmen. Zu dem einen Gläschen wurde nun immer blausaures Kali, zu dem zweiten mit gleichartigem Inhalte Galläpfeltinctur zugesetzt. Es ergab sich hiernach: blausaures Kali machte die filtrirte Chyluslösung augenblicklich hellgrün, die nichtfiltrirte dagegen dunkelblau, die filtrirte Blutlösung dunkelgrün, die nichtfiltrirte schwarzgrün. Die Galläpfeltinctur brachte bei der filtrirten Chyluslösung eine nur vorübergehende leichte Trübung und dann bleibende gelbe Färbung hervor; mit der filtrirten Blutlösung mischte sie sich mit einigem Aufbrausen und einer vorübergehenden milchigen Trübung; der nichtfiltrirten Chylus- sowohl wie Blutlösung zugesetzt, brachte sie nur eine bleibende Trübung und bräunliche Färbung hervor. Nach 24 Stunden zeigte sich überall eine etwas dunklere Färbung, und die blaue Farbe der unfiltrirten Chyluslösung war einer schwarzbraunen gewichen.]

§. 959. Chylus und Lymphe, als die Keime des Bluts, welche der nach Selbsterhaltung strebende lebendige Organismus mit belebt gewesener Materie erzeugt hat, bedürfen, wo sie zu einer höhern Ausbildung gelangen sollen, einer besondern Stätte, welche ihnen die Bedingungen ihrer Entwicklung darbietet: so ist

den Wirbelthieren ein Lymphsystem gegeben, gleichsam als Fruchthälter, der den Embryo des Bluts ausbrütet. — Der hier erfolgenden Umwandlung der Lymphe ist bereits (§. 916) gedacht worden. Was den Chylus betrifft, so ist am auffallendsten die Veränderung seiner Farbe. Reuß und Emmert (Nr. 358. V. S. 166) entdeckten, daß er an der Luft sich röthet; indem sein Kuchen zuerst an der Oberfläche, und von da aus fortschreitend auch im Innern roth wird; die Färbung ist von verschiedner Stärke und Schattirung, von blaß rosa oder schwach nelkenbraun bis scharlach oder zinnober. Macaire und Marcet sahen solche Röthung meistentheils erfolgen, Müller (Nr. 673. I. S. 145) beobachtete sie selten; nach Tiedemann (Nr. 643. II. S. 77) ist sie bei Pferden am häufigsten, bei Hunden seltner, bei Schafen noch seltner. Emmert (Nr. 184. VIII. S. 190. Nr. 482. I. S. 97) sah selbst den Chylus im Brustlymphstamme, nachdem dieser eine Zeit lang der Luft ausgesetzt gewesen war, sich dunkelroth färben, und dies konnte nicht von eingetretenem Blute herrühren, denn, abgesehen davon, daß ein solcher Eintritt aus der Schlüsselbeinvene durch die daselbst befindliche Klappe verhindert wird, so hatte sich der Chylus erst nachdem der Bruststamm an seinem obern Ende unterbunden worden war, von unten her in demselben gesammelt, auch waren, da das Thier durch Verblutung getödet worden, die Blutgefäße leer. Aber auch schon bei Eröffnung der Rumpfhöhle findet man nicht selten den Chylus, namentlich im Lymphstamme, röthlich, wo er denn, wie unter Anderm Seiler (Nr. 242. II. S. 56) beobachtete, an der freien Luft dunkler sich röthet. Schon Monro (Nr. 271. S. 43) hatte bemerkt, daß, wenn die Eingeweide eines lebenden Fisches durch Öffnung der Bauchhöhle eine Zeit lang der freien Luft ausgesetzt gewesen waren, der obere Theil des Lymphbruststamms immer blutröthe Flüssigkeit enthielt, leitete dies aber von einer durch die kalte Luft bewirkten Entzündung und Blutergießung ab. a) Reuß und Emmert bemerkten, daß der aus den Lymphgefäßen in der Nähe des Darms genommene Chylus an der Luft äußerst wenig sich röthete, der aus dem Bruststamme hingegen bald rosenroth wurde; Vauquelin (Nr. 179. XVIII. a.

p. 240) fand ihn im Lendengeflechte milchweiß, in der Mitte des Brustſtamms röthlich. Ähnliches ſahen Prout (Nr. 208. XXVIII. S. 510) und Seiler (a. a. O. S. 353); Emmert (a. a. O. S. 145) ſah den aus den Gekrösgefäßen an der Luft am wenigſten ſich ändern, den aus dem Bauchſtamme etwas röthlich, den aus dem Bruſtſtamme aber ſchnell durch und durch pfirſichblütroth werden. So ſah auch Schultz (Nr. 229. XLIV. W. 39) aus dem oben geöffneten Bruſtſtamme zuerſt röthlichen, dann milchweißen Chylus ausfließen. Tiedemann und Gmelin (Nr. 222. S. 46 fgg. Nr. 643. I. S. 243) aber erkannten, daß der Chylus vor ſeinem Eintritte in Gekrösknoten an der Luft weiß blieb, nach ſeinem Durchgange durch ſolche Knoten röthlich wurde, und der aus dem Bruſtſtamme hochroth ſich färbte. b) Dieſelben Beobachter (Nr. 222. S. 19. Nr. 643. I. S. 248 fgg.) ſahen ihn in Sauerſtoffgas ſchnell gerinnen und carminroth, an Scharlach gränzend, werden, wobei er 0,062 ſeines Volumens vom Gas verſchluckte; in Stickgas und kohlenſaurem Gas ſchmuzig carmoiſinroth und den Kuchen violet ſich färben, wobei er von erſtrem nichts, von leztrem 0,611 ſeines Volumens verſchluckte; in hydrothionſaurem Gas wurde er grünlich. Pfirſichblütfarbiger Chylus änderte ſeine Farbe nicht, wenn ihn Krimer (Nr. 511. S. 121 fgg.) in ein verſchloßnes Gefäß oder in Waſſerſtoffgas brachte, wurde hingegen an der Luft roſenroth; weißer Chylus behielt in kohlenſaurem Gas oder in Stickgas dieſe Farbe, und wurde er nach 20 Stunden herausgenommen, ſo färbte er ſich nach 8 bis 15 Minuten an der freien Luft oder in Sauerſtoffgas roth, wobei er Sauerſtoffgas einſog und kohlenſaures Gas ausſtieß. c) Wenn man ſchon aus dieſem Verhalten der Gasarten auf eine Übereinſtimmung der Farbe des Chylus mit der des Blutes ſchließen kann, ſo wurde dieſelbe durch Reuß und Emmert ferner nachgewieſen, indem ſie fanden, daß beim Auswaſchen des gerötheten Chyluskuchens die Farbe an das Waſſer übergeht, mit demſelben durch ein leinenes Filtrum dringt, eine Zeit lang gleichförmig verbreitet bleibt, dann an dem in der Ruhe ſich bildenden Bodenſatze haftet, und daß ſie durch Säuren vernichtet wird. d) Nach den Beobachtungen von Prout

(Nr. 185. VI. S. 91) und Marcet (Nr. 685. II. p. 52) wird der Chylus von Hunden bei Fleischnahrung röther als bei Pflanzennahrung; dagegen bemerkten Leuret und Lassaigne, daß er bei Fütterung mit Zucker, Gummi, Kartoffeln und Faserstoff roth wurde, und bei Fütterung mit Milch, Fett, Fleisch, Flechsen und Knorpeln milchweiß war; Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. II. S. 78) machten analoge Beobachtungen, und erklärten, daß die Röthung bei Pferden und Schafen um so schwächer sei, je besser die Thiere gefüttert worden. Die individuelle Lebensstimmung kann allerdings einen bedeutenden Antheil an solcher Verschiedenheit haben, wie denn Gurlt (Nr. 780. S. 138) bei zwei auf gleiche Weise mit Stroh gefütterten Pferden den Chylus aus dem Bruststamme des einen sehr roth fand, während der des andern weiß war und auch an der Luft so blieb. Indessen stimmt jene Behauptung überein mit den Beobachtungen von Emmert (Nr. 184. VIII. S. 195) und Schultz (Nr. 765. S. 47), nach welchen der Chylus im nüchternen Zustande besonders roth ist oder an der Luft stärker sich röthet; so fand ihn auch Gurlt (a. a. O.) im Bruststamme eines neugebornen Füllen, welches noch keine Muttermilch gesogen hatte, scharlachroth. e) Es erscheint aber parador, daß die Röthung des Chylus, welche doch offenbar eine Annäherung desselben zur Natur des Blutes ist, unter Verhältnissen, wo die Blutbildung am rascheſten und vollkommensten vor sich geht, am schwächsten ist und umgekehrt; hier muß also außer den Nahrungsverhältnissen noch ein Umstand innerhalb des Organismus die Röthung bestimmen. Tiedemann und Gmelin erkennen im Chylus nichts an, als Stoffe, die entweder aus den Nahrungsmitteln eingeführt, oder aus dem Blute beigemischt sind; da nun die rothe Farbe offenbar nicht von den Nahrungsmitteln herrührt, so leiten sie (a. a. O. S. 77 fgg.) dieselbe von dem aus dem arteriösen Blute hinzugetretenen Färbestoffe her, und nehmen an, daß dieser Zutritt in den Lymphknoten des Gekröses erfolge, daß aber außerdem auch die Milz, die ebenfalls ein Gefäßganglion ist, darauf hinwirke, indem die aus ihr kommende Lymphe Blutfärbestoff enthalte und bei ihrem Zutritte in den Lymphstämmen

den Chylus röthe; bei einer reichlichen und guten Nahrung werde dieser Färbestoff durch den in reicherem Maaße gebildeten Chylus mehr eingehüllt und versteckt, im entgegengesetzten Falle aber trete er offenbarer hervor. Müller (Nr. 673. I. S. 547) ist nicht abgeneigt dies anzunehmen, indem er meint, vielleicht dringe der Färbestoff, der sonst an den Blutkörnern hafte, aufgelöst durch die Wandung der Lymphgefäße; übrigens bemerkt er (ebd. S. 145), wenn man den Chylus im Lymphbruststamme röthlich gefunden, so könne dies von einigen aus der Schlüsselbeinvene eingetretenen Blutkörnern hergerührt haben. — Mit dieser Annahme wird also die Röthung aus der schon vorhandenen Farbe abgeleitet, und die Erklärung der Entstehung dieser Farbe weiter hinaus geschoben. Was die Milzlymphe betrifft, so ist sie nach Rudolphis und Andrer Beobachtungen in der Regel farblos; Seiler (Nr. 242. II. S. 394) fand sie bei den meisten Pferden, so wie bei Rindern, Schweinen, Hunden und Katzen so, und Müller (a. a. O. S. 545) giebt zu, daß die Röthe, die er bei Rindern in einigen stärkern Lymphgefäßen der Milz bemerkt habe, nicht constant sei. Überhaupt aber müssen wir die Erklärung der Röthung aus zugetretenem Färbestoffe des Bluts als unstatthaft erkennen, wenn wir bedenken, daß völlig weißer Chylus außerhalb des Gefäßsystems durch die Einwirkung von atmosphärischer Luft oder von Sauerstoffgas geröthet wird. Reuß und Emmert (a. a. O. S. 698) erkannten, daß der Chylus vornehmlich in den Lymphknoten des Gekröses weiter ausgebildet werde, und erklärten sich dahin, daß dies entweder durch den Zutritt von Stoffen aus dem Blute oder durch die lebendige Einwirkung des Blutes bewirkt werde. Dies scheint aber die richtige Ansicht zu sein. Der Chylus wird bei seinem Fortschreiten durch das Lymphsystem immer mehr befähigt, die Blutfarbe anzunehmen, mithin auch durch das Athmen sich in Blut umzuwandeln; dies geschieht vornehmlich in den Lymphknoten des Gekröses, und zwar, da diese besonders reich an Arterien sind, unstreitig durch Einwirkung des arteriösen Blutes. Wenn nun der Chylus in seinen Gefäßen auch schon während des Lebens sich röthet, so muß dies davon abhängen, daß er aus dem nur durch die zarten Wandungen der

Haargefäße und der Lymphgefäße von ihm getrennten arteriösen Blute Sauerstoff anzieht und dem Blute verähnlicht wird. In den Lymphknoten erfolgt also Ähnliches wie im Fruchtkuchen: in beiden wirkt das arteriöse Blut verähnlichend, indem es vermittelst eines Umtausches von Stoffen durch die geschloßnen Gefäßwandungen hindurch eine ähnliche, nur schwächere Wirkung hervorbringt wie die atmosphärische Luft, und einstweilen die Stelle derselben vertritt, oder zu deren Einwirkung vorbereitet. Da aber auch in den Wandungen der Lymphgefäße und ihrer Stämme überhaupt Blutgefäße sich verbreiten, so kann auch hier das Blut die gleiche Wirkung hervorbringen, wie in den Lymphknoten. Wird nun bei einer reichlichen, guten Nahrung viel Chylus gebildet, so strömt er zu schnell, als daß er bedeutend umgewandelt werden könnte; ist er dagegen nur spärlich vorhanden, so rückt er nur langsam vor, und wird bei seinem längern Verweilen im Lymphsysteme der Einwirkung desselben mehr ausgesetzt, mithin mehr befähigt geröthet zu werden oder auch schon geröthet. Er stimmt hier ganz mit der Lymphe überein, welche, wenn ihr Lauf entweder durch Entziehung von Nahrung oder durch abnorme Ausdehnung ihrer Gefäße verlangsamt ist, theils soweit dem Blute verähnlicht ist, daß sie an der Luft sich röthet (§. 912. d), theils schon innerhalb der Gefäße selbst geröthet ist (§. 916. c). Schon vor anderthalb Jahrhunderten führte eine einfache Erfahrung zu dieser Ansicht. Indem nämlich Hannemann (Nr. 825. II. p. 245 sq.) 1673 an Bartholin meldete, daß der Chylus, wenn ihn Elsner durch Unterbindung in den Lymphgefäßen zurückgehalten habe, nach einigen Stunden roth wie Blut gewesen sei, setzt er hinzu: „so ist denn meine Meinung bestätigt, daß der Chylus vom Blute durch eine Art Assimilation in Blut verwandelt wird, und daß jeder mit Blutgefäßen versehene Theil auf solche Weise Blut zu bilden im Stande ist; die innerliche Form des Blutes wohnt dem Chylus bereits ein, und strebt zur Realisirung seines vollständigen Wesens an, wozu der Chylus innerhalb seiner Gefäße gereift ist.“ Bartholin aber entgegnet in gewohnter Weise, in dem angeführten Falle sei der Chylus vielleicht durch das aus den Venen zurück-

geflossne Blut oder auch durch Fäulniß roth gefärbt worden, denn im Leichname könne kein Blut sich bilden, und aus einer einzelnen Beobachtung dürfe man keine allgemeinen Sätze abstrahiren.

a. §. 960. Die Kügelchen a) vermehren sich im Chylus mit dessen Fortschreiten im Lymphsysteme (Nr. 784. II. S. 175), so daß ihre Zahl im Bruststamme größer ist als in den Gefäßen des Gekröses (ebd. S. 168), und nach dem Durchgange durch Gekrösknoten größer als vor demselben (Nr. 765. S. 39). Wenn es nun hiermit erwiesen ist, daß einige derselben innerhalb des Lymphsystems entstehen, so wird dadurch die oben aufgestellte Ansicht bestätigt, daß die Kügelchen sowohl der Lymphe (§. 916. b), als auch des Chylus (§. 950. f) überhaupt hier gebildet werden. Da die Bildung auf der untersten Stufe des organischen Reichs, so wie im Anfange der Entwicklung eines organischen Individuums in der Kugelform auftritt, so dürfen wir annehmen, daß das Product der Verdauung seine weitere Entwicklung mit der Bildung von Kügelchen beginnt. Es erscheint nämlich als organische Urmasse, die noch keinen entschiedenen Charakter hat, nur das Rudiment von Eiweißstoff und Faserstoff enthält, und deshalb um so bildsamer ist; gelangt es nun in die Wurzeln der Lymphgefäße, wo es von organischer Wandung dicht umschlossen, dem Blute in deren Haargefäßen möglichst nahe gebracht und unter den Einfluß des Gesammtlebens gestellt wird, so fängt es seinen Übergang in die organische Form mit der Kugelbildung an. Dies setzt sich nun im ganzen Verlaufe des Lymphsystems fort, vornehmlich aber in den Lymphganglien, wo durch die Zerästelung jedes Gefäßes die Fläche vergrößert und die Einwirkung der Wandung auf den Inhalt verstärkt, durch die zahlreichern Haargefäße der Einfluß des nur durch die zartesten Wandungen geschiedenen Blutes erhöht, und durch den längern Aufenthalt der Flüssigkeit ihrer Umwandlung mehr Zeit gegeben wird. — Da im Chylus während seines Durchganges durch das Lymphsystem die Zahl der Körner zunimmt, während die der Fetttröpfchen sich vermindert, so vermuthet Schultz (Nr. 765. S. 39 fgg.), daß jene aus diesen entstehen, und zwar wahrscheinlich durch den Zutritt von freiem Laugensalze aus der Lymphe und dem Blute; er nimmt

an, das Fett werde im Darme, aber noch in flüssiger, zusammenhängender Form erzeugt, so daß es im Speisebrei nur als Streifen und Inseln erscheine, und forme sich erst im Lymphsysteme zu Fettkügelchen. Dieser Hypothese schließt sich die von Ascherson (Nr. 803. VII. p. 837) aufgestellte an, nach welcher, da bei Berührung von fetter Flüssigkeit und Eiweißstoff eine Membran entsteht und ein Tropfen Fett in einer eiweißstoffigen Flüssigkeit von einer solchen Membran als einer Zelle eingeschlossen wird, alle organischen Elementargebilde und namentlich auch die Blutkörner flüssiges Fett enthaltende Zellen sein sollen. Da aber Kügelchen in der Lymphe gewöhnlich und im Chylus öfters ohne freies Fett vorkommen, auch die Blutkörner keines enthalten, so müssen wir diese Entstehungsweise noch bezweifeln. — b) Da die Röthung offenbar eine Annäherung zur Natur des Blutes ist, dessen Farbe seinen Körnern angehört, so ist es kaum anders zu erwarten, als daß es die Kügelchen der Lymphe oder des Chylus sind, welche beim Zutritte der atmosphärischen Luft oder unter der Einwirkung der lebendigen Wandung sich röthen. So wird denn dies von Denis (Nr. 532. p. 305), Prout (Nr. 208. XXVIII. S. 210) u. s. w. angenommen. Bestimmter spricht es Arnold (Nr. 784. II. S. 174) aus, daß die Chyluskügelchen sich röthen; und nach Schmidt (Nr. 507. S. 41), Schultz (Nr. 765. S. 44), Gurlt (Nr. 780. S. 139) und Valentin (Nr. 792. I. S. 278) kommen auch wirkliche Blutkörner zuweilen im Chylus vor. An dem durch Einwirkung der Luft gerötheten Chylus hat Monro (Nr. 271. S. 43) die erste unmittelbare Bestätigung der obigen Voraussetzung gegeben: er fand nämlich in den oben (§. 959) angeführten Versuchen an lebenden Fischen, daß die rothe Farbe vom Inhalte des Lymphbruststamms an Kügelchen haftete. Krimer (Nr. 511. S. 127) berichtet die Röthung der Chyluskügelchen an der Luft ebenfalls als Thatsache; auch sah er (ebd. S. 147) an der Lymphe aus einer Lymphgeschwulst, daß das Wasser aus dem an der Luft gerötheten Kuchen rothe Kügelchen auszog, welche sich zu Boden setzten. c) Die anfangende Bildung der Blutkörner im Lymphsysteme ist demnach kaum noch in Zweifel

b.

c.

zu ziehen. Da aber diese noch durch Größe, Form und chemisches Verhalten von den hier vorhandenen Kügelchen sich unterscheiden, so sind leztre mit dem Wechsel der Farben noch nicht zu wirklichen Blutkörnern geworden. Es bleibt, da die Beobachtung hier noch bedeutende Lücken gelassen hat, künftig zu ermitteln, ob mit der Röthung auch eine Annahme der übrigen Eigenschaften der Blutkörner verbunden ist, oder ob diese erst späterhin eintritt. Die Vermuthung Rudolphis (Nr. 102. II. 2. Abth. S. 281), daß die Chyluskügelchen nicht unmittelbar in Blutkörner umgewandelt, sondern im Blute zersetzt und mit ihm in den Lungen umgebildet werden, so wie Gruithuisens (Nr. 161. S. 162) Annahme von Blutbläschen, welche vielleicht aus dem Chylus stammen, die Blutkörner in sich erzeugen, und, indem sie zerspringen, dieselben gebären sollen, wird eben so wenig durch unmittelbare Erfahrung als durch Gründe der Analogie unterstützt. — Die Größe der Chyluskügelchen in den Lymphgefäßen des Gekröses schwankt nach Wagner (Nr. 823. II. S. 25) zwischen 0,0016 und 0,0066 Linie, im Lymphstamme hingegen nur zwischen 0,0025 und 0,0050. Solche Unbestimmtheit in der Größe deutet darauf hin, daß sie in der Bildung begriffen sind: sie können anfangs klein sein, dann stark zunehmen, und endlich sich wieder zusammenziehen; ihre Ungleichheit aber bestätigt die an sich natürliche Voraussetzung, daß nicht alle gleichzeitig entstehen und sich ausbilden, sondern einzelne in der Entwicklung mehr, andre weniger vorgeschritten sind. Da man sie aber meistentheils kleiner findet als die Blutkörner, so müßte ihre Ausbildung mit einer Vergrößerung ihres Volumens verbunden sein. Dies sollte nach Leuwenhoek (Nr. 172. 1674. p. 121) durch ein Zusammenwachsen von mehrern, und zwar von sechsen, zu einem Blutkorn geschehen; jedoch spricht keine Thatsache für einen solchen Hergang. Nach Hewson (Nr. 553. III. p. 119 sqq.) soll es durch einen Ansatz von außen her erfolgen; er stellte nämlich die Hypothese auf, daß die Kügelchen der Lymphe und des Chylus nichts Andres als die Kerne der Blutkörner wären, und in diese sich durch den Zutritt einer farbigen Hülse, oder, wie er es nannte, eines Bläschens

sich verwandelten. Die Thatsache, auf welche er sich hierbei stützte, war die Beobachtung, daß jedes aus einem Lymphknoten tretende Lymphgefäß viele Kügelchen enthielt, welche in Hinsicht auf Größe, Form und Unlöslichkeit in Serum oder neutralsalzigen Flüssigkeiten den Kernen der Blutkörner ähneln. Er nahm nun an, diese Kügelchen würden in den Lymphknoten secernirt, hatte also nicht beachtet, daß sie schon vor dem Eintritte vorhanden sind und darin nur an Zahl zunehmen. Außerdem entdeckte er in jenen Gefäßen auch vollständige Blutkörner, und deutete dies dahin, daß in den Lymphknoten auch die farbige Hülle gebildet werde, entweder durch eine darein abgesetzte, secernirte Flüssigkeit, oder vermöge der Einwirkung der plastischen Kraft des Gefäßes selbst auf die in ihm enthaltene Flüssigkeit. Besonders aber soll (ebd. p. 131 sqq.) der Stoff zu den farbigen Hüllen in der Milz secernirt und von da in den Lymphstamm geführt werden. Diese Erklärung aus einem Ansatze von außen her fand bei ihrer Bequemlichkeit in neuerer Zeit vielen Beifall, und selbst Schultz (Nr. 765. S. 44) nimmt sie an: er hat seiner Angabe nach im Lymphsysteme von Kaninchen außer den Ölkügelchen und granulirten Chyluskügelchen in der Bildung begriffne Blutkörner gefunden, bestehend aus einem Chyluskügelchen als Kerne, und einer noch zarten, schwach gefärbten Hülle, die theils locker, theils dicht anlag. Allein die neuste Mikrometrie hat diese mechanische Erklärung widerlegt. Nasse (Nr. 790. I. S. 86) fand sie viel zu groß, als daß sie Kerne der Blutkörner sein könnten; Wagner (a. a. O. S. 31. 48) hat die Kügelchen des Chylus und der Lymphe beim Menschen und bei allen vier Classen von Wirbelthieren gemessen und überall um Vieles, selbst um das Vier- und Fünffache größer gefunden als die Kerne der Blutkörner. Damit stimmen auch die Messungen Andrer überein; Valentin (Nr. 792. II. S. 71 fg.) z. B. fand beim Salamander die Lymphkügelchen 0,0600 Linie groß, die Kerne der Blutkörner aber nur 0,0048 Linie breit und 0,0050 lang; und wenn seiner Beobachtung nach beim Frosche beide gleich groß erschienen (nach Wagner sind indeß hier erstre 0,0100, leztre 0,0020 Linie groß), so kann dies nur als zufällig betrachtet werden. Auch

sind bei den drei untern Classen der Wirbelthiere die Lymphkügelchen eben so kreisrund wie bei den Mammalien, ungeachtet ihre Blutkörner und deren Kerne fast durchgängig elliptisch sind. Überhaupt aber ist die beliebte Annahme zweier ursprünglich getrennter Theile eines Blutkorns höchst problematisch, und vielmehr die Scheidung in Kern und Hülse nur als Folge einer beginnenden Zersetzung zu betrachten, wie dies oben (§. 666. a. §. 688. g) bereits angegeben und neuerdings bestätigt worden ist. Krause (Nr. 597. I. S. XI) konnte sich vom Dasein eines Kerns in frischen unzersetzten Blutkörnern nie überzeugen; Wagner (a. a. O. S. 14. 45 fgg.) erklärt die Entstehung von Kern und Hülle für einen Gerinnungsproceß und eine künstliche Scheidung; und Valentin (a. a. O. S. 185) räumt ein, daß man im frischen Zustande beide Theile nie so bestimmt zu isoliren vermöge, um über den Sitz der Farbe mit Sicherheit urtheilen zu können. — Da wir die Röthung der Kügelchen nicht vom Zutritte einer tropfbaren Flüssigkeit, sondern nur von der Einwirkung eines Gases (§. 959. b) ableiten können, so dürfte die Änderung ihrer Größe, falls sie gleichzeitig mit der Röthung eintritt, nur in einem Wachsthume durch Auflockerung, oder zum Theil auch in einer Verkleinerung durch Verdichtung bestehen. Auch wäre es möglich, daß die Kügelchen bei ihrer Umwandlung in Blutkörner im Innern sich verdichteten, und gegen die Oberfläche hin sich auflockerten, wie denn nach Wagner (a. a. O. S. 26) in Essig oder Weingeist ihr Mittelpunct dunkler und ihre Peripherie heller wird. Sie können aber auch unabhängig von der Röthung allmählig an Masse wirklich zunehmen. Dahin ließe sich eine Beobachtung Gruithuisens (Nr. 198. 1813. II. S. 73) deuten: er sah nämlich in menschlichem Chylus, der noch durch keinen Gekrösknoten gegangen war, viele sehr kleine Körperchen, deren Gestalt wegen ihrer Kleinheit nicht deutlich zu erkennen war; nach dem Durchgange durch einen Gekrösknoten waren einige derselben größer, ohne jedoch die Größe von Blutkörnern erreicht zu haben. Home (Nr. 165. III. p. 25 sq.) erkannte im Chylus aus den Gekrösknoten eines Mannes, der eine Stunde nach der Mahlzeit gestorben war, unzählige weiße Kügelchen von

der verschiedensten Größe, einige von der der Blutkörner; er will aber auch gesehen haben, daß nach wenigen Minuten theils neue entstanden, theils die früher vorhandenen nicht durch Vereinigung, sondern durch wirkliche Zunahme an Substanz sichtbar größer, undurchsichtiger und milchweiß wurden. Wir können nicht anders als annehmen, daß Home Fetttröpfchen für Chyluskügelchen angesehen, oder auf andre Weise sich getäuscht hat. d) Endlich müssen die Kügelchen bei ihrer Umwandlung auch eine Veränderung ihrer Form erfahren. Wagner (a. a. O. S. 25) glaubt bemerkt zu haben, daß die aus dem Bruststamme im Vergleich gegen die kugligen aus einem Gekrösknoten mehr abgeplattet seien; auch fand er bei Thieren mit länglichen Blutkörnern, besonders bei Amphibien, einige Kügelchen schon länglich und im Aussehen den kleinsten Blutkörnern nahe kommend, die ihrer Seits oft auch einen mehr runden Umkreis hatten (ebd. S. 48). Übrigens haben die Kügelchen von Chylus und Lymphe als Keime der Blutkörner eine auffallende Ähnlichkeit mit den Blutkörnern in der ersten Periode des Lebens. Beim Embryo nämlich sind die Blutkörner anfangs auch kuglig, und werden erst nach und nach platt; sie sind ferner nach Baumgärtners Beobachtung anfangs granulirt; bei Vögeln, Amphibien und Fischen endlich haben sie anfänglich eine kreisrunde Form, und nehmen erst allmählig die elliptische an. [Zusatz von Ernst Burdach. Ich fand bei Hunden die Chyluskügelchen in den Lymphgefäßen des Gekröses vor dem Eintritte in eine Lymphdrüse viel kleiner, bedeutend heller und nicht so deutlich gekörnt als die im ductus thoracicus.] d.

§. 961. In Betreff des Gehaltes an festen Stoffen und namentlich a) an Faserstoff bemerkten Reuß und Emmert (Nr. 358. V. S. 166), Werner (ebd. VIII. S. 31), Prout (Nr. 208. XXVIII. S. 210), Seiler und Ficinus (Nr. 242. II. S. 354), daß der Chylus aus dem Lymphbruststamme schneller und vollkommner gerinnt als der aus den Lymphgefäßen des Gekröses, wie auch Vauquelin dort einen reichlichern und weiter ausgebildeten Chylus fand als hier. Bei einem von Emmert (Nr. 184. VIII. S. 153) untersuchten Pferde wurde Chylus, a.

der noch durch keinen Gekrösknoten gegangen war, bloß etwas dicklich, während der aus den Lendengeflechten ein röthliches, weiches Klümpchen, 0,013 betragend, bildete, welches am folgenden Tage in der Flüssigkeit sich aufgelöst hatte, der aus dem Bruststamme hingegen am frühesten gerann, und einen 0,018 betragenden Kuchen bildete, der sehr fest, contractil und beinahe zinnoberroth wurde; Ähnliches erfolgte in einem andern Falle (ebd. S. 175). Tiedemann und Gmelin (Nr. 222. S. 46 fgg. Nr. 643. I. S. 243 fg.) sahen den Chylus, der noch durch keinen Gekrösknoten gegangen war, nur langsam und schwach, solchen, der bereits durchgegangen war, vollständiger, und den aus dem Bruststamme sogleich gerinnen. Auch fanden sie (Nr. 222. S. 5), daß der, welcher aus dem geöffneten Bruststamme zuerst ausfloß, dünnflüssiger war und schneller gerann als der später ausfließende, welcher erst kürzere Zeit im Bruststamme sich aufgehalten hatte. So haben wir (§. 912. c. §. 916. a) gesehen, daß auch die Lymphe durch längern Aufenthalt im Lymphsysteme gerinnbarer und an Faserstoff reicher wird. — Der Faserstoff erscheint erst im Lymphsysteme deutlich (§. 950. d), und wenn es häufiger beobachtet würde, daß der Chylus bei kraftloser Nahrung mehr Kuchen giebt als bei gehaltreicherer (§. 949. f), so würde dies einen Beweis abgeben, daß der Faserstoff kein unmittelbares Verdauungsproduct ist. Nach Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. II. S. 81. Nr. 149. II. S. 1380) soll er aber aus dem Blute herrühren und dem Chylus in den Lymphknoten beigemischt werden. Für diese Behauptung giebt es aber keine Beweise, und da der Chylus nach Prout (a. a. O. S. 231) schon in den Wurzeln der Lymphgefäße am Darme Faserstoff enthält, so dürfen wir annehmen, daß dieser aus dem nächsten Verdauungsproducte im Lymphsysteme erzeugt wird. Wahrscheinlich geschieht dies durch eine Umwandlung des ihm nahe verwandten Eiweißstoffes; weniger glaublich ist die Annahme von Schultz (Nr. 765. S. 69 fg.), daß der Faserstoff aus dem Fette gebildet werde.

b. b) Über die Veränderungen des Gehalts an Eiweißstoff und Extractivstoffen liegen widersprechende Angaben vor. Nach Prout (a. a. O. S. 228 fg.) wird im Lymphsysteme noch neuer Ei=

weißstoff erzeugt oder der in den Verdauungsorganen erzeugte weiter ausgebildet, da er im Chylus der Lymphgefäße am Darme in geringerer Menge und weniger entwickelt gefunden wird als im Lymphstamme. Emmert (Nr. 184. VIII. S. 153) fand, daß das Serum des Chylus aus dem Lendengeflechte beim Abdampfen 0,037, aus dem Bruststamme 0,047 trocknen Rückstand gab, daß aber (ebd. S. 175) von dem Rückstande des erstern 0,475, von dem des letztern nur 0,300 in kochendem Wasser aufgelöst wurden, so daß also beim Fortgange durch das Lymphsystem der Eiweißstoff zugenommen, Osmazom und Speichelstoff hingegen abgenommen hatten. Auch die Lymphe scheint bei ihrem Fortgange an Eiweißstoff zu gewinnen: Mascagni hatte bemerkt, daß sie, wenn sie schon durch mehrere Lymphknoten gegangen ist, in der Hitze stärker gerinnt. Gmelin (Nr. 643. II. S. 68) fand bei einem Pferde, welches seit 24 Stunden kein Futter bekommen hatte, daß das Serum der Lymphe aus dem Lendengeflechte 0,036, aus dem Lymphstamme aber 0,046 trocknen Rückstand gab; bei einem andern reichlich gefütterten Pferde (ebd. I. S. 247) enthielt der Chylus aus dem Bruststamme weniger festen Gehalt im Serum als der aus den Lymphgefäßen des Gekröses, aber zugleich auch weniger Faserstoff, im Widerspruche mit den oben (b) angeführten Erfahrungen. Nach Arnold (Nr. 784. II. S. 168) soll der Faserstoff und das Osmazom im Lymphsysteme sich vermehren, Eiweißstoff und Speichelstoff aber abnehmen. c) Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. II. S. 47), so wie Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 167) fanden im Chylus des Lymphstamms weniger Fett als in den Gefäßen des Gekröses, und nach Schultz (a. a. O. S. 39) nimmt dasselbe beim Durchgange durch die Lymphknoten ab. Auf dieser Abnahme an suspendirtem freiem Fette beruht es wohl, daß Reuß und Emmert (Nr. 358. V. S. 166. Nr. 184. VIII. S. 146. 175), Prout (a. a. O. S. 210). Tiedemann und Gmelin (Nr. 222. S. 46) den Chylus und insbesondre sein Serum aus dem Lymphstamme weniger milchweiß fanden als aus den Gefäßen des Gekröses. Leuret und Lassaigne werfen die Frage auf, ob das Fett durch die

c.

Wandungen des Lymphsystems ausschwitzt? Mit mehr Recht dürfte man aber wohl fragen, ob es bloß gebunden wird, oder ob es eine Zersetzung und Umwandlung erfährt? Übrigens deuten die (§. 916. d) angegebenen Umstände auch auf ein ähnliches

d. Verschwinden des Fettes in der Lymphe hin. d) Nach Emmert (a. a. O. S. 175) enthielt der Chylus im Bruststamme mehr feste Substanz als der in den Lendengeflechten, und dies erscheint auch sehr glaublich, da die übrigen Veränderungen, welche der Chylus im Lymphsysteme erfährt, darin bestehen, daß er dem Blute ähnlicher wird, er aber von diesem durch geringern Gehalt an fester Substanz sich unterscheidet (§. 958. a), und da er der Lymphe wesentlich gleich ist (§. 958. A), diese aber durch den Aufenthalt im Lymphsysteme gehaltreicher und specifisch schwerer wird (§. 912. a). [Zusatz von Ernst Burdach. Schon bei ganz oberflächlicher Beobachtung ist zwischen dem Chylus des ductus thoracicus und dem Inhalte der Cisterne ein Unterschied in Rücksicht auf den Grad der Gerinnbarkeit nicht zu verkennen. Der aus dem ductus thoracicus genommene Chylus nämlich verwandelt sich schon nach 2 bis 3 Minuten in ein pfirsichblütrothes Gerinnsel von gallertartiger Consistenz, und es zeigt sich anfangs kein Serum; erst nach einigen Stunden schwimmt dieses, sich zur Härte von gesottenem Eiweiß verdichtende Coagulum in einer wasserhellen Flüssigkeit, welche nach und nach immer mehr aus jenem hervortritt. Der mehr milchweiße, etwas ins Bläuliche fallende Inhalt der Cisterne dagegen erscheint immer dünnflüssiger, coagulirt erst nach etwa 10 Minuten, und zeigt dann in der Regel sogleich eine im Serum schwimmende Insel. In der Cisterne habe ich, selbst wenn mehrere Stunden seit dem Tode des Thieres verstrichen waren, den Chylus nicht geronnen gefunden, während der Ausfluß desselben aus dem ductus thoracicus häufig durch Gerinnung gehemmt wird. — Um diesen Unterschied näher zu untersuchen, und namentlich die relative Menge des Eiweißstoffes zu bestimmen, sammelte ich aus dem ductus thoracicus eines Hundes 58 Gran Chylus, welche Quantität so bedeutend ist, daß sie nicht dem ductus thoracicus allein angehört haben konnte, sondern daß durch die Entziehung derselben auch die

Cisterne zum größten Theile leer geworden sein mußte. Es wurde darauf der ductus thoracicus dicht über dem Zwerchfelle unterbunden, und das Thier von der Rückenseite her geöffnet. Hiernach zeigte sich die Cisterne wieder vollkommen gefüllt und gab 44 Gran Flüssigkeit, welche als aus Chylus und Lymphe bestehend angesehen werden mußte, die eben erst aus den kleinern Gefäßen zu der Cisterne gelangt waren. Die beiden Portionen Flüssigkeit wurden in Uhrgläsern mit Weingeist übergossen. Derselbe brachte augenblicklich milchweißes Gerinnsel hervor, welches unter dem Mikroskope aus feinen Körnchen zusammengesetzte Fäden wahrnehmen ließ. Die Flüssigkeit in beiden Gläsern wurde darauf bei 30° R. zu langsamer Verdunstung gebracht, und nachdem diese so weit erfolgt war, daß ein trockner, aber keinesweges ganz ausgedörrter Rückstand blieb, ergab die Wägung der ersten Portion $11\frac{1}{2}$ Gran, die der zweiten nur 6 Gran. Es war also der Gehalt von gerinnbarer Substanz im Chylus des ductus thoracicus = 0,1982, im Chylus der Cisterne = 0,1363.] Wenn Tiedemann und Gmelin im Chylus des Lymphstamms weniger festen Gehalt fanden als in dem der Gekrösgefäße, so haben vielleicht besondre Verhältnisse (§. 962. b) eine Abweichung herbeigeführt.

§. 962. Früher hatte man angenommen, daß der Chylus in den Gekrösknoten durch eine daselbst secernirte Flüssigkeit verdünnt, und dadurch seine Gerinnung gehindert und sein Lauf befördert werde; Haller (Nr. 95. VII. p. 237) aber überzeugte sich, daß keine solche Verdünnung eintrete. Daß aber, wie Andre meinten, der Chylus in den Gekrösknoten durch den Zutritt thierischer Geister umgewandelt werden sollte (ebd.), war ganz unerweislich. Halten wir uns an wirklich vorliegende Thatsachen, so wäre es a) möglich, daß die Galle einen Antheil an der Umbildung des Chylus hätte, wie Berthold (Nr. 791. II. S. 114) und Arnold (Nr. 784. II. S. 166) annehmen. Haller (a. a. O. p. 67) führt unter den Gründen für die Aufsaugung durch Venen mit an, daß die Galle in einer die Quantität des ganzen Darmkothes übersteigenden Menge secernirt und doch nicht im Chylus gefunden werde, also unmittelbar in das Venenblut über-

a.

gehen müsse. Wenn nur im abnormen Zustande, z. B. bei Verschließung des Gallengangs (Nr. 643. II. S. 46 fg.), die ganze Galle durch Rücksaugung dem Chylus beigemischt werden kann, so ist es eben so wenig gedenkbar, daß sie mit allen ihren excrementitiellen Theilen im Normalzustande wieder in das Venenblut zurückkehre. Da aber die Leber besonders reich an Lymphgefäßen ist, welche eine farblose Flüssigkeit führen, die sie aus dem organischen Gewebe und unzweifelhaft auch aus der Galle resorbirt haben, so wäre es allerdings möglich, daß diese Flüssigkeit bei ihrer Vermischung mit dem Chylus zu dessen Umwandlung mitwirke; jedoch fehlen uns alle nähern Beweise. b) Die Beimischung der Lymphe kann nicht ohne Einfluß auf den Chylus bleiben. Da sie an organischen Stoffen ärmer ist (§. 958. A), so kann sie ihn durch Bereicherung mit solchen nicht vervollkommnen, vielmehr die Ursache werden, daß er im Lymphstamme weniger gehaltreich ist als in den Lymphgefäßen des Gekröses. Dabei wäre jedoch eine umwandelnde Einwirkung immer noch möglich. Reuß und Emmert (Nr. 358. V. S. 698) hielten es schon für wahrscheinlich, daß die Lymphe den Chylus weiter assimilire und auf eine höhere Stufe der Animalisation bringe; und Prout (Nr. 581. XXV. p. 112) erklärte dies als die Einwirkung des Abgenutzten, gleichsam mit Animalität Übersättigten, auf das Frische, eben erst in den Kreis des Organismus Gezogene. c) Noch mehr aber dürfen wir annehmen (denn es bleiben uns hier bloß Vermuthungen übrig), daß das Blut in den Haargefäßen an den Wandungen des Lymphsystems, namentlich innerhalb der Lymphknoten, eine solche Wirkung ausübe (§. 916. f). Wie das arteriöse Blut als Stoff und als Reiz zum übrigen Organismus sich verhält (§. 746), überall Lebensthätigkeit hervorrufend, so mag es wohl auch einen ähnlichen Einfluß auf den Chylus gewinnen und ihn bestimmen ihm ähnlich zu werden. d) Und selbst abgesehen vom Blute mag die lebendige Umgebung die weitere Entwicklung des Chylus fördern.

Die Umwandlung im Blutsysteme.

§. 963. Mit dem Eintritte in das Venensystem beginnt die dritte Stufe der Blutbildung. Das neugeborne Blut, um bei diesem Gleichnisse zu bleiben, kommt hier in freie Gemeinschaft mit dem ältern Blute, gelangt mit diesem durch die Arterien zu den verschiednen Organen, geht in den Haargefäßen derselben eine Wechselwirkung mit ihnen und mittels derselben auch mit der Außenwelt ein, und bildet sich dabei vollständig aus. Hatte es während seines Embryonenzustandes den Einfluß der Atmosphäre nur vermittelst des an der Luft arteriös gewordenen Mutterblutes in den als Fruchtkuchen wirkenden Lymphganglien (§. 959. e) erfahren, so tritt es nach seiner Geburt in unmittelbaren Verkehr mit der Atmosphäre; und hatte es sich dort mehr aufnehmend und leidend verhalten, so ergeht es sich nun in freierer Selbstthätigkeit, belebend und hinwiederum belebt werdend. — Tiedemann und Fohmann (Nr. 732. S. 10. 85) nehmen an, durch die Einmündung von Lymphgefäßen in Venen innerhalb der verschiednen Lymphknoten (§. 900. b) seien die Wege zum Übergange von Chylus und Lymphe in das Blut deshalb vervielfältigt, weil diese Flüssigkeiten, wenn sie nur an einem Puncte und in größerer Menge auf einmahl ins Blut kämen, nachtheilig wirken würden. Da aber Chylus und Lymphe auf ihrem Wege umgewandelt werden, so scheint es vielmehr nöthig zu sein, daß sie das ganze Lymphsystem durchlaufen, um zum Eintritte in das Blut vorbereitet zu werden; man möchte glauben, daß jene vielfachen Mündungen vornehmlich nur bei Überfüllung des Lymphsystems einen Theil von dessen Inhalte, der in den Lymphknoten schon eine Umwandlung erfahren hat, vom Stamme ableiten.

a) Haller (Nr. 152. I. p. 184) sah deutlich Chylus in die Schlüsselbeinvene einfließen und verfolgte seinen Lauf im Blute bis zur Lungenarterienkammer, wie denn auch mehrere andre Beobachter (Nr. 95. II. p. 14 sq.), Scudamore (Nr. 521. S. 120), Seiler (Nr. 242. II. S. 354) u. s. w., mehrere Stunden nach der Aufnahme von Nahrung das Blut, namentlich sein Serum, durch beigemischten Chylus weiß gefärbt fanden. a.

Diese Farbe kann jedoch von beigemischtem Fette herrühren (§. 682. c), dessen Ursprung sich von verschiednen Verhältnissen ableiten läßt; da man indeß solch fetthaltiges Blut in verschiednen abnormen Lebenszuständen, besonders bei Störungen der Verdauung oder des Athmens oder der Blutbildung beobachtet hat, so wäre es möglich, daß hier Fett des Chylus, welches wegen eines Darniederliegens der Assimilation freigeblieben (§. 961. c), im Blute gewesen wäre. b) Man findet aber im Blute auch Körperchen, die sich durch Farblosigkeit, vollkommne Kugelgestalt und geringere Größe von den Blutkörnern unterscheiden, so daß man sie für Kügelchen des Chylus und der Lymphe halten muß. Beim Menschen sind sie nach Wagner (Nr. 823. II. S. 20) 0,0016 bis 0,0020 Linie groß (während die Blutkörner 0,0033 Linie im Durchmesser haben), fein granulirt und zum Theil von unregelmäßiger Gestalt; Nasse (Nr. 790. I. S. 75) fand sie in dem vom Blutkuchen getrennten Serum nicht größer als den innern Ring der vollständig ausgebildeten Blutkörner. Müller (Nr. 673. I. S. 543) sah dergleichen Kügelchen bei Vögeln und Fröschen (s. §. 691. †. IV. S. 108). Bei letztern bemerkte Mayer (Nr. 804. III. S. 67) außerdem noch Kügelchen von nicht mehr als 0,0001 bis 0,0002 Linie Durchmesser, die während des Blutlaufs an Blutkörnern aufsitzen, und die er für die eigentlichen Lymphkügelchen hält; nach Valentin (Nr. 792. III. S. 95) sind es nur Ablagerungen von dem zuerst gerinnenden Theile des Faserstoffs, da sie um so reichlicher erscheinen, je rascher die Gerinnung vor sich geht, und sie fehlen, wenn man dem frischen Blute kohlensaures Laugensalz zusetzt. Donné (Nr. 803. VI. p. 17) fand außer den Blutkörnern und den kleinen Chyluskügelchen zahlreiche weiße, leicht granulirte Kügelchen, die etwas größer als die Blutkörner und, gleich diesen bei Mammalien sphärisch, bei andern Thieren elliptisch sind, keinen Kern haben, in Wasser sich nicht auflösen, und in einem Falle von Kacherie und Wassersucht zwanzig mahl zahlreicher waren als in gesundem Blute. Auch Mandl (ebd. VII. p. 1140) giebt an, daß das Blut der Säugethiere außer den Blutkörnern größre, weiße, runde Körperchen enthält. — Nach den Beobachtungen

von Schultz (Nr. 765. S. 46) und Wagner (a. a. O. S. 33) bilden die Blutkörner in der Axe der Gefäße den Hauptstrom, während das Blutwasser als Saum an den Wandungen hinläuft und einzelne Lymph- oder Chyluskügelchen enthält, die viel langsamer fortgetrieben werden als die Blutkörner, oft haften bleiben und dann ruckweise sich bewegen (vgl. §. 725. a). Weber (Nr. 681. 1837. S. 268 fgg.) beobachtete bei Amphibien, daß diese Kügelchen wenigstens 10 bis 20 mahl langsamer als die Blutkörner, und in gar keiner Übereinstimmung mit diesen schwimmen, weshalb er glaubte, sie seien in eignen, die Blutgefäße einschließenden Lymphgefäßen enthalten. Diese Meinung wurde aber von Ascherson (ebd. S. 453 fgg.), Wagner (a. a. O. S. 34) und Mayer (a. a. O. S. 66) durch die Bemerkung widerlegt, daß allerdings eine gewisse Übereinstimmung unter den Bewegungen jener Kügelchen und der Blutkörner Statt findet, keine Gränzlinie zwischen ihnen bemerklich ist, auch bisweilen die Kügelchen in den centralen Strom hereingerissen oder Blutkörner aus demselben herausgeschleudert werden. Letzteres beobachtete auch Magendie (Nr. 789. II. p. 236), der übrigens die unglaubliche Meinung aufstellt, die farblose Flüssigkeit an den Gefäßwänden bewege sich gar nicht. Die Kügelchen scheinen eine, vielleicht durch ihre granulirte Oberfläche beförderte, adhäsive Verwandtschaft zu den Wandungen der Gefäße zu besitzen, so daß der darauf beruhende Contact auf ihre weitere Ausbildung Einfluß haben kann.

c. c) Es ist wohl kaum zu bezweifeln, daß Blutkörner von verschiedenen Altersstufen, eben aus dem Lymphsysteme eingetretene, dann in der Entwickelung weiter vorgeschrittene, ferner völlig ausgebildete, endlich in der Zersetzung begriffene, im Blute enthalten sind. Aber ihren Lebenslauf näher zu bestimmen, scheint noch nicht an der Zeit zu sein. Nach Schultz (Nr. 191. 1838. S. 4 fgg.) macht die farbige Hülle, von welcher das Blutwasser („Plasma") immer etwas auflöst, das Wesentliche der Blutkörner („Blutbläschen") aus, und hat eine organische Structur; sie schwellen in ihrer Jugend durch Verstärkung ihrer Hülle an, turgesciren und werden specifisch schwerer; im Alter verlieren sie ihre Kerne, und die leeren Hüllen werden endlich aufgelöst. —

Nach Autenrieth (Nr. 97. II. S. 120) ist der Chylus 12 Stunden nach der Mahlzeit in Blut verwandelt, da späterhin das Serum nicht mehr milchweiß erscheint; indeß bemerkt Müller (Nr. 673. I. S. 143), daß auch dann noch beim Sinken der Blutkörner in dem wegen eines Zusatzes von kohlensaurem Kali langsamer gerinnenden Blute die überstehende Flüssigkeit oft etwas trübe und weißlich wird.

d. d) [Zusatz von Ernst Burdach. Das todte Blut hat durchaus keinen Einfluß auf den Chylus. Es wurde ein Tropfen frisches Blut unter dem Mikroskope zu einigen Tropfen Chylus gethan, brachte aber in dem Aussehen der Kügelchen des letztern durchaus keine Veränderung hervor. Einige Tropfen Chylus vom Kaninchen wurden mit frischgelassenem Blute eines andern Kaninchens gemischt; die Kügelchen des ersteren schienen zwar gleich darauf unter dem Mikroskope etwas gefärbt, nachdem sie aber mit Wasser abgespült worden waren, zeigten sie sich wieder farblos und in unveränderter Gestalt. Chyluskügelchen, welche in Blutwasser 24 Stunden gelegen hatten, wurden unverändert wiedergefunden. — Von den Veränderungen, welche der Chylus erleidet, nachdem er in den Kreislauf getreten ist, konnte ich durch mikroskopische Untersuchung des aus verschiedenen Stellen genommenen Blutes nichts wahrnehmen. Wenn ich Kaninchen oder jungen Hunden den Kopf mit einem einzigen Schnitte vom Rumpfe getrennt hatte, so fand ich Chyluskügelchen eben so wohl in dem linken, als in dem rechten Herzen und in der vena jugularis communis; in der Aorta, der vena cava und in andern Gefäßen war es mir nicht möglich Lymphkügelchen zu entdecken, dergleichen von andern Beobachtern im Blute von Menschen, Vögeln, Amphibien und Fischen wahrgenommen worden sind.]

§. 964. Wie das Blut sein Material aus zwei Quellen zieht, aus der Außenwelt bei der Verdauung und aus dem eignen Organismus bei der Rücksaugung, so erlangt es seine Vollendung theils durch den Verkehr mit dem Äußern im Athmen, theils durch die Wechselwirkung des Innern in den Secretionen und in den Blutganglien (§. 981—983).

A. A) Das Athmen steht demnach der Verdauung gegenüber: beide Functionen bestehen in einem

Verkehr mit der Außenwelt, durch welchen der lebendige Organismus erhalten wird; aber jenes vollendet, was diese begonnen hatte. Während die Verdauung es nur mit eigentlich palpabeln, festen und tropfbaren Körpern zu thun hat und die organische Masse schafft und erhält, ist das Athmen eine Wechselwirkung mit dem Luftigen, welche die organische Materie nicht vermehrt, sondern nur ihre Eigenschaften ändert und ihre Lebendigkeit bedingt. Die Nahrungsmittel bestehen für immer aus zusammengesetzter, chemisch gebundener, namentlich organischer Materie; die Luft hingegen ist ein Gemenge von Elementarstoffen, und erhält das Leben nur vermöge ihres Gehaltes an unorganischer Materie. Dort nimmt der Organismus einzelne bestimmte Naturproducte in sich auf; hier tritt er in Gemeinschaft mit dem Universellen, mit dem den Erdball in vollkommener Stetigkeit umgebenden, einigen Luftkreise. Erhält sich das materielle Product der Verdauung eine gewisse Zeit lang, indem es noch verschiedene Stufen der Umwandlung zu durchlaufen hat, so ist dagegen die Wirkung des Athmens flüchtiger, sein Bedürfniß früher wiederkehrend und dringender. Indem das Athmen in Vergleich mit der Verdauung verhältnißmäßig mehr auf die lebendige Thätigkeit als auf das organische Bestehen sich bezieht, ist auch sein Verhältniß zum animalen Leben, besonders zu seiner subjectiven Seite, dem Gefühle und der Bewegung, noch inniger. B) Das Athmen tritt in mancherlei Formen seines Mechanismus auf (§. 965—971), die nicht wesentlich von einander verschieden sind, daher oft in einander übergehen, und mehr oder weniger auch in demselben Organismus neben einander bestehen. Da das Athmen überhaupt auf einem Verkehr des Organismus mit dem äußern Medium beruht, so beziehen sich die Grundformen desselben theils auf die Beschaffenheit des einwirkenden Mediums (a), theils auf die Art der organischen Substanz, welche mit demselben in Wechselwirkung tritt (b). a) Luft und Wasser, als die beiden Medien, worin die organischen Körper leben, sind überall mit einander verbunden, so daß eines von dem andern etwas in sich aufnimmt und ihm seine Form aufprägt. Der unmittelbare Verkehr mit der Luft der Atmosphäre ist im Ganzen genommen den höhern

B.

a.

Organismen eigen, und geschieht vornehmlich in innern Höhlen, welche entweder sackförmig, oder röhrenförmig, oder drüsenförmig, d. h. aus verzweigten und durch Parenchym zu einer Masse verbundenen Canälen gebildet sind. Ein mittelbarer Verkehr mit der Atmosphäre vermittelst des lufthaltigen Wassers gehört mehr einer niedern Stufe des Lebens an und wird vorzüglich durch vorragende Gebilde bewerkstelligt, welche überhaupt Kiemen genannt werden, und bald aus flächenartigen oder blattförmigen Hautfalten, bald aus Cylindern bestehen, die entweder büschelförmig vereinte einfache Fäden, oder baumförmig oder kammförmig verzweigt sind. Eigentliche Kiemen sind nur solche, die an ihrer äußern Fläche mit dem Medium in Wechselwirkung treten; Netze von Luftröhren (bei Insecten) und Verzweigungen von Wasserröhren (bei Holothurien) verdienen den Namen von Kiemen, den man ihnen beilegt, nicht. Aber die Verschiedenheit ist immer nur relativ. Auch die unmittelbare Luftathmung ist durch Mitwirkung von Feuchtigkeit bedingt (§. 973. h), und im Wasser athmende Thiere können zum Theil auch in der Atmosphäre leben, sobald diese mit Wasser geschwängert, oder das Organ hinlänglich feucht ist. Eine Wasserathmung kommt auch in Höhlen vor, z. B. bei manchen Mollusken, und eine Luftathmung in äußern Vorragungen, wie bei einigen Insecten. Es ist nur ein quantitativer Unterschied, ob ein Gefäßnetz an der Fläche des Athmungsorgans ausgebreitet ist, oder in Vorragungen über dieselbe sich erhebt. Ferner finden sich beiderlei Formen der Athmung auch an die verschiedenen Ordnungen derselben Thierclasse, z. B. der Mollusken und Crustaceen vertheilt, so daß einige Luft, andere lufthaltiges Wasser athmen. — Noch weiter vermittelt ist die Athmung der Entozoen und Entophyten, die gleich dem Embryo der Mammalien von der Athmung ihres Stammorganismus Nutzen ziehen, so daß dessen Säfte ihnen die Stelle der Atmosphäre vertreten.

b. b) Die organische Substanz, welche eine Wechselwirkung mit der Luft eingeht, ist für immer das Product der Verdauung; als Hauptformen zeigen sich aber hier die Massenathmung und die Blutathmung. Erstere besteht darin, daß die organische Substanz überhaupt und der darin enthaltene, noch nicht in eigen=

thümlicher Form entwickelte und in besondern Gefäßen eingeschlossene Lebenssaft die Einwirkung der Luft erfährt. Dies ist der Fall bei Thieren, bei welchen die Verzweigungen des Verdauungscanals die Stelle der Gefäße vertreten, z. B. bei Quallen, oder wo das Blutsystem auf einen engen Kreis beschränkt ist, wie bei den Insecten. Wo das Blut sich vollständig in seiner eigenthümlichen Bedeutung entwickelt hat, da tritt es auch als das Universelle im Organismus mit der Luft in Verkehr.

Der Mechanismus des Athmens.

§. 965. Die Mittel, durch welche das Athmen zu Stande kommt, bestehen in organischen Vorrichtungen (§. 965 fgg.) und in Bewegungen (§. 968—971). Bei erstern unterscheiden wir diejenigen, welche das äußere Medium in Berührung mit der organischen Substanz bringen (§. 965 fg.), und die, durch welche die organische Substanz zum Verkehr mit dem Medium gebracht wird (§. 967). Der Organismus bietet dem Medium möglichst viele Berührungspuncte dar, entweder durch einfache Vergrößerung der Fläche bald an der Außenseite, bald in innern Höhlen, oder durch Zertheilung, bald der in das Medium hereinragenden Substanz bald des in mehrern Canälen eindringenden Mediums. Die Flächen aber gehören dem überhaupt die Wechselwirkung mit der Außenwelt vermittelnden Hautsysteme an, und zwar dessen beiden Urorganen, der äußern Haut und dem Verdauungscanale (§. 966). Bei den Pflanzen sind die Athmungsorgane von den Ernährungsorganen noch nicht streng geschieden (§. 917. b), da überhaupt bei ihnen die Aufnahme des Elementaren vorwaltet. A) Auf der untersten Stufe steht die Athmung, wo sie durch die Haut oder die gemeine äußere Oberfläche vermittelt wird. a) Dies ist der Fall zuvörderst bei der Massenathmung ohne alle besondere Athmungsorgane, nicht allein bei den Zellenpflanzen und den Thieren ohne Verdauungscanäle (§. 917. c), sondern auch im Ganzen genommen bei Infusorien, Polypen, Entozoen, Planarien, den niedrigsten Crustaceen, und, wie es scheint, selbst bei der Blutathmung einiger Anneliden, namentlich des Gordius und Sipun=

A.

a.

culus. Wenigstens sind bei allen diesen Thieren besondere Athmungsorgane noch nicht mit Bestimmtheit erwiesen, sondern nur darum angenommen worden, weil man ihren Mangel für unmöglich hielt. Jedenfalls treten sie in der Thierreihe später als die Verdauungsorgane auf. b) Wo letztere vorhanden sind, ist gleichwohl die bei ihrem Mangel allein wirkende Haut noch bei der Ernährung thätig (§. 917. d), und eben so nimmt sie noch an der Athmung Theil, wo diese schon durch eigne Organe bewirkt wird (§. 817. b). Dies gilt besonders von Fischen und nackten Amphibien. Nach Humboldt und Provençal (Nr. 684. II. p. 392 sqq.) konnten Schleien, ohne viel zu leiden, fünf Stunden lang mit dem Kopfe und den Kiemen über dem Wasser gehalten werden, wenn der Rumpf im Wasser war; letzteres war dann eben so nur in geringerem Grade verändert, wie sonst durch Kiemenathmung; doch vermochte die Haut nur im Wasser, nicht, wie die angefeuchteten Kiemen, auch in der Luft zu athmen. Bei mehrern Amphibien, namentlich bei Batrachiern und Sauriern ist nach den Beobachtungen von Spallanzani (Nr. 467. p. 72) und Edwards (Nr. 413. p. 5 sqq. 49—55, 67—82. 128) die Hautathmung wesentlich. Frösche lebten, nachdem ihnen die Lungen ausgeschnitten waren, mehrere Tage, während die, welchen die Haut abgezogen oder mit Weingeistfirniß überstrichen war, schon nach einigen Stunden starben. Wurden sie mit dem Kopfe in der Luft gehalten, so daß sie durch die Lungen athmen konnten, so starben sie nach 7 bis 24 Stunden, wenn der Rumpf in Öl stak; lebten aber 3½ Monate, wenn derselbe in Wasser tauchte Unter Wasser machen sie keine Athmungsbewegung, nehmen also auch keines in die Lungen auf, sondern athmen durch die Haut die demselben beigemischte Luft; so erhalten sie ihr Leben in fließendem Wasser; in täglich erneuertes Wasser gesperrt, lebten welche im Winter fort, und starben erst nach 2½ Monaten, als das Wasser nicht mehr erneuert wurde. Während die Haut bei den Grasfröschen vornehmlich lufthaltiges Wasser athmet, bedarf sie bei den Laubfröschen der freien Luft; so in Wasser gesteckt, daß sie durch die Lungen athmen konnten, lebten sie nur 3 bis 4 Tage. Salamander, denen

das Herz ausgeschnitten war, lebten bei aufgehobener Lungenathmung in der Luft 24 bis 26 Stunden, in luftleerem Wasser nur 4 bis 5 Stunden. — Bei den Vögeln und Mammalien findet ein der Athmung analoger Wechsel der Gase in der Haut Statt (§. 818. B), jedoch ohne gleiche Wirkungen zu haben, wie der in den Lungen. B) Wie die Haut bei ihrer weitern Entwickelung überhaupt theils in Papillen und gliederartige Vorragungen sich erhebt, theils in Krypten und Schleimhautcanäle sich einsenkt, so zeigen sich auch die von ihr ausgehenden Athmungsorgane in entsprechender zwiefacher Form. Die als Hautverlängerungen erscheinenden Kiemen treten entweder frei hervor, oder sind bedeckt. c) Freie Kiemen mit Massenathmung sind vielleicht die Wimpern mancher Infusorien, und die reihenweise stehenden beweglichen Blättchen der Rippenquallen; deutlicher sind sie mit Blutathmung bei den im Wasser lebenden Anneliden, wo sie entweder längs des ganzen Körpers, wie bei Amphinome, oder am Kopfende stehen, wie bei Terebella, und bei mehrern Gasteropoden, wo sie theils auf dem Rücken stehen, wie bei Thetis, oder die Seiten des Leibes einnehmen, wie bei Pleurobranchus, oder den Leib umgürten, wie bei Phyllidia; ferner auch bei den Pteropoden und einigen Crustaceen. d) Die bedeckten Kiemen bilden den Übergang zu Kiemenhöhlen, und finden sich besonders bei den Muscheln, wo sie, vom Mantel umgeben, zu beiden Seiten des Fußes gegen die Öffnung der Schale herabhängen, bei den Crustaceen, namentlich den Dekapoden, wo sie vom Rückenschilde bedeckt werden, und den Isopoden, wo sie meist unter dem Schwanze, von eignen Blättchen bedeckt liegen. — Die Einsenkungen vermitteln entweder eine Massenathmung (e. f) oder eine Blutathmung (g. h). Bei ersterer wird das Medium, entweder Wasser (e) oder Luft (f) durch Canäle in den Körper eingeführt. e) Solche Wasserathmungshöhlen liegen bei den Scheibenquallen um den Magen her, und nehmen durch die an der untern Fläche des Leibes befindlichen Öffnungen das Wasser auf, dessen Luft auf das Verdauungsproduct wirkt. Etwas Ähnliches findet sich aber auch bei Thieren, welche zwar Blut, jedoch keine besondern Blutgefäße für das Athmungsorgan besitzen, sondern wo das

B

c

d.

e.

Wasser in die Bauchhöhle gelangt und das mit Blutgefäßen versehene Verdauungsorgan umspült: so bei Asterien und unter den Anneliden bei Thalassema und Aphrodite. — Außerdem kommen bei Thieren mit andern Athmungsorganen Wassercanäle vor, die wohl eine gleiche Bedeutung haben. Chiaje fand dergleichen bei mehrern Mollusken, und v. Baer (Nr. 175. XIII. S. 597) namentlich bei den Muscheln. Ob bei den Wirbelthieren die Wassercanäle, welche bei den Cyklostomen von der Nasenhöhle ausgehen und blind endigen, bei Rochen und Haien von den Seiten des Afters, beim Krokodil von der Cloake, bei den Schildkröten von den Genitalien ausgehen und in die Bauchhöhle führen, damit verwandt sind, ist unentschieden. f) Luftcanäle bilden die Athmungsorgane bei Insecten, Afterspinnen und Milben. Die Insecten haben meist 9 bis 10 Paar Athemlöcher, und von jedem geht ein Luftcanal aus, der sich theils mit den beiden nächsten zu einem längs des ganzen Körpers verlaufenden Stamme vereint, zuweilen auch sackförmige Erweiterungen bildet, theils an die verschiedenen Organe sich verzweigt. Bei Larven, welche im Wasser leben, aber an der Oberfläche Luft schöpfen, sind Luftlöcher, namentlich des Hinterleibs, zu hörnernen Athmungsröhren verlängert, die aus dem Wasser hervorgestreckt werden; andere Larven bleiben im Wasser, aus welchem sie die Luft saugen, die von den netzförmig verbundenen Anfängen der Luftcanäle aufgenommen wird. — Die Pflanzen athmen überhaupt durch ihre geschlossenen Zellen; bei den vollkommnern dringt die Luft vornehmlich durch Lücken (sogenannte Spaltöffnungen) zwischen den Zellen ein, besonders an der untern Fläche der Blätter, und verbreitet sich von da aus in den ähnlichen Lücken der Stammtheile (den sogenannten Intercellulargängen), dringt aber auch in die ebenfalls geschlossenen Spiralgefäße. Jedoch sind die Saftwege und Luftwege bei den Gewächsen noch nicht so bestimmt geschieden, daß nicht ein und derselbe Raum zu verschiedenen Zeiten beides sein sollte. Grüne Früchte haben keine Spaltöffnungen, und verändern dennoch die Luft wie Blätter mit Spaltöffnungen; auch steht die Quantität dieser Veränderung nicht in Proportion zur Zahl der Spaltöffnungen. — Wenn eigne Blutgefäße zu den Luft

aufnehmenden Einsenkungen der Haut gehen, so bilden sie entweder in der Ebene der Wandung liegende Verzweigungen (g), oder treten in Hautfalten nach innen hervor (h). g) Ersteres giebt die Athmungshöhlen, welche bei einigen Luft athmenden Gasteropoden, z. B. der Weinbergschnecke und Wegeschnecke, einigen Anneliden, z. B. Blutegeln und Regenwürmern, und bei den sogenannten Lungenarachniden Luft aufnehmen. h) Letzteres giebt die Kiemenhöhlen, die bei den Wasserschnecken Wasser, bei einigen Arachniden aber Luft aufnehmen. Unter diesen finden sich einige Sippen (Dysdera und Segostria), die außer solchen Luftkiemenhöhlen auch verzweigte Luftcanäle besitzen. g. h.

§. 966. Wie die Schleimhaut des **Verdauungscanals** für dessen eigenthümliche Function theils in Zotten aufsteigt, theils in Schleimgruben und Secretionscanäle sich aushöhlt, so stülpt sie sich auch zum Behufe des Athmens entweder ein oder aus. A) Das Verdauungsorgan selbst wird der Sitz des Athmens entweder ausschließlich (a. b), oder aus Aushülfe neben andern Athmungsorganen (c. d). In ersterem Falle erhebt sich die Schleimhaut in Vorragungen, welche entweder eigentliche Kiemen darstellen (a), d. h. mit eignen Blutgefäßen versehene in die mit dem äußern Medium, dem Wasser, gefüllte Verdauungshöhle hereinragende Einstülpungen sind, oder aus Luftcanälen bestehen (b), welche die Luft aus dem Wasser in der Verdauungshöhle ausscheiden und zu den verschiedenen Theilen des Körpers führen. a) Bei den Tunicaten folgt auf eine, sowohl Nahrung als auch Athmungswasser aufnehmende Mundöffnung eine geräumige Höhle, die, da auf ihrem Boden die Speiseröhre mit ihrer Mündung beginnt, als Mundhöhle zu betrachten ist, aber zugleich eine Kiemenhöhle darstellt, deren Blutgefäße als ein gitterförmiges Netz in Hautfalten hervortreten. Bei den Cephalopoden liegen stärker entwickelte blätterige Kiemen in einer Höhle, welche durch zwei Öffnungen das Wasser zum Athmen aufnimmt, in die aber auch der Mastdarm, der Dintenbeutel und die Genitalien münden, so daß sie die Bedeutung einer Cloake hat und das Gegenstück zu der athmenden Mundhöhle der Tunicaten abgiebt. b) Die Larven der Neuropteren ziehen Wasser in den Mastdarm, in welchen A. a. b.

die verlängerten, netzförmig verbundenen Luftcanäle, von Schleimhaut überzogen, hereinragen und die aus dem Wasser ausgeschiedene Luft aufnehmen. — Eine Darmathmung als Beihülfe ist

c. unter den Wirbelthieren c) am bestimmtesten bei Cobitis fossilis zu erkennen. Dieser Fisch kommt von Zeit zu Zeit an die Oberfläche, schnappt Luft ein, und giebt zugleich Luft durch den After von sich, die in Blasen aus dem Wasser aufsteigt; die Kiemenathmung setzt dabei aus, und fängt nach etlichen Minuten erst wieder an. Da er in Sümpfen lebt, welche im Sommer großentheils austrocknen, so ist ihm die Luftathmung durch den Darm nöthig; aber auch in einer hinreichenden Menge Wasser ist sie ihm Bedürfniß. Nach Ermans (Nr. 584. XXX. S. 143) Beobachtungen lebte er in ausgekochtem und mit einer Schicht Öl bedecktem Wasser mehrere Wochen durch Luftathmung, ohne die mindeste Kiemenathmung; wurde er verhindert an die Luft zu kommen, so versuchte er mit den Kiemen zu athmen und starb. Wahrscheinlich finden ähnliche Verhältnisse bei andern Fischen Statt, da sie von Zeit zu Zeit an die Oberfläche des Wassers kommen, um Luft zu schnappen, auch mehrere derselben sich dadurch bedeutend aufblähen, z. B. Tetrodon, oder auch, wenn man sie aus dem Wasser zieht, einen knurrenden Laut von sich geben, z. B.

d. Cottus scorpius (Nr. 168. II. S. 56). d) Einige Umstände dürften auch auf eine Darmathmung beim Menschen gedeutet werden. Wiewohl bei der Verdauung Gas aus den Nahrungsmitteln entbunden wird (§. 947), so wird doch auch Luft mit Speisen und Getränken verschluckt. Gosse (Nr. 639. p. 396) schluckte Luft allein, indem er bei Anhalten des Athems, geschloßnem Munde und an den Gaumen gedrückter Zunge die Bewegungen des Schlingens machte; nach Magendies (Nr. 247. II. p. 131 sqq.) Beobachtungen konnten unter 100 Menschen 8 bis 10 dies bewerkstelligen: gewöhnlich stieg die Luft wieder auf, bisweilen aber dehnte sie auch den Darm aus und ging durch den After ab. Nach dem Erstickungstode durch schädliches Gas, namentlich kohlensaures, so wie durch irgend eine plötzliche Hemmung des Blutlaufs in den Lungen findet man eine stärkere Blutanhäufung in der Schleimhaut des Magens oder der Därme.

Plagge (Nr. 185. V. S. 89 fgg.) nahm daher auch beim Menschen eine Darmathmung an, und behauptete, die Speiseröhre athme ein und aus, der Bauch schwelle beim Einathmen nur von der Anfüllung der Därme an, und die peristaltische Bewegung sei nichts Anderes als Athmungsbewegung. Krimer (Nr. 449. 1821. S. 261 fgg.) behauptete eben so gewagt, Schwindsüchtige ersetzten das mangelhafte Athmen durch häufiges Verschlucken von Luft, und von zwei jungen Hunden, denen die Luftröhre unterbunden worden, habe der eine, dem er Luft abwechselnd in den Darm eingetrieben und wieder ausgezogen, länger gelebt als der andere. Allein diese Behauptungen ermangeln eines sichern Grundes, und dasselbe gilt, wenn Krimer endlich annimmt, die Athmung des Darms diene bloß seiner Muskelkraft. B) Auf den höhern Stufen der Thierreihe entwickeln sich die Athmungsorgane durch Ausstülpungen des Verdauungsorgans, so daß sie anfänglich Seitenzweige desselben darstellen, und durch Abschnürung und weitere Entwickelung allmählig mehr Selbstständigkeit gewinnen. Dergleichen Ausstülpungen treten entweder am Darme (e. f) oder am Rachen (g—l) hervor. e) Die Holothurien ziehen das Wasser zum Athmen in die Cloake, von wo aus es in zwei seitliche Canäle tritt, welche sich baumförmig und mit blinden Endspitzen verzweigen. f) Die Schwimmblase der Fische ist ihrer Entstehung nach eine ähnliche, nur vom obern Theile des Darms ausgehende, sackförmige und kein Wasser aufnehmende Ausstülpung (§. 383. aa). Sie ist wirklich ein Organ der Athmung, aber nicht des Einathmens, sondern des Ausathmens, indem sie aus dem Blute ihrer zahlreichen Gefäße Gasarten secernirt (§. 817. g). — Bei den Wirbelthieren sind die Athmungsorgane Seitenzweige vom Anfange des Verdauungscanals, welche entweder die Leibeswand nach außen durchbrechen (g. h) oder im Innern des Körpers blind enden (i—l). Ersteres giebt eine Kiemenathmung des Wassers, und bezeichnet, als der Hautathmung verwandt, eine niedere Stufe. g) Die Kiemen der Fische sind gefäßreiche, von einer knöchernen oder knorpligen Unterlage gestützte Falten der Schleimhaut, welche einerseits in die der Speiseröhre, andererseits in die äußere Haut übergeht. Durch ihre Theilung in Fäden

B. e. f. g.

oder Blätter vervielfältigen sie die Berührung des Wassers, so daß sie z. B. bei einem etwa 18 Zoll langen Rochen eine Oberfläche von 2250 Quadratzoll darbieten (Nr. 271. S. 5). Bei den Knochenfischen ist der Raum, in welchem sie liegen, eine einfache Leibesspalte, welche durch die hereinragenden, gegliederten vier knöchernen Bogen, auf denen die Kiemen sitzen, in fünf Spalten getheilt wird, in den Rachen aber, so wie in die äußere Fläche, wo sie durch einen beweglichen, aus mehrern Knochen bestehenden Kiemendeckel geschlossen und geöffnet werden kann, ungetheilt übergeht. Bei den Knorpelfischen liegen sie tiefer in der Leibeswand, mehr von einander so wie von dem Verdauungscanale und von der Haut geschieden, als mehrere (meist 6 oder 7) eingestülpte Säckchen, welche entweder nach innen oder nach außen einzeln, für immer aber mit runden Öffnungen münden, und entweder gar keinen, oder doch keinen vollständigen Kiemendeckel haben. Wie hier die Athmungsorgane sich als Kiemensäcke (§. 965. g) zeigen, während sie bei den Knochenfischen als bedeckte Kiemen (§. 965. d) erscheinen, so treten sie bei den Plagiostomen im Embryonenzustande als freie Kiemen (§. 965. c) hervor, welche in einfachen, von den Kiemensäcken ausgehenden Fäden bestehen. h) Dies bildet den Übergang zu den freien Kiemen, welche von den in ähnlichen Spalten der Leibeswand liegenden Kiemenbogen ausgehen, und das Wasser, in welchem sie schweben, athmen, während zugleich Lungen zur Luftathmung gegeben sind, bei dem Proteus und den ihm verwandten Thieren lebenslänglich, bei den übrigen Batrachiern während des Larvenzustandes im Wasser. Der Proteus bedarf in hinreichend mit Luft geschwängertem Wasser der freien Luft nicht, taucht auch nicht häufiger als die meisten Fische auf, um Luft zu schöpfen, und stößt sie meist durch die Kiemenspalten wieder aus; außerhalb des Wassers stirbt er in wenigen Stunden; doch sollen sich, wenn er in wenigem Wasser gehalten und somit gewöhnt wird mehr Luft zu athmen, seine an sich sehr unvollkommnen Lungen etwas mehr entwickeln. — Die von dem Rachen ausgehenden und innerhalb des Körpers blind endenden Luftcanäle bilden die Lungen. i) Diese erscheinen zuerst bei den Amphibien als sackförmige Er-

weiterungen der Luftröhre, welche nach innen Falten schicken, so daß dadurch größere oder kleinere Zellen gebildet werden, und somit eine Übergangsstufe von Kiemenhöhlen zu Lungen gegeben ist. k) Bei den Vögeln bestehen die Lungen zuerst aus einer Verzweigung der Luftröhrenäste, die aber nicht baumförmig sich zertheilen, sondern ohne merkliche Abnahme ihres Durchmessers durch die Lungen sich erstrecken und nur seitlich Zweige abgeben; die engern dieser Zweige sind alle von gleichem Durchmesser, zertheilen sich nicht weiter und bilden unter einander zahlreiche Anastomosen; an ihren Enden sitzen seitliche gefäßreiche Ausstülpungen als Lungenbläschen auf, in welchen das Athmen seinen eigentlichen Sitz hat. Übrigens sind die Lungen klein, die Brusthöhle nicht ausfüllend, an die Rückenseite derselben geheftet, nur an ihrer vordern und untern Fläche von der sich herüber spannenden serösen Membran der Rumpfhöhle überzogen; aus ihrer untern und hintern Fläche gehen Öffnungen der Luftröhrenzweige in die Luftsäcke. l) Bei den Mammalien sind die Lungen größer, wie sie denn beim Menschen $1/35$, beim Vogel hingegen nur $1/90$ der ganzen Körpermasse ausmachen; sie füllen sammt dem Herzen die Brusthöhle aus, und sind als selbstständige Organe in Säcken des Brustfells eingeschlossen, so wie durch ein vollständiges Zwerchfell von der Bauchhöhle geschieden. Die Luftröhrenäste verzweigen sich baumförmig; die feinsten Endzweige zertheilen sich in mehrere, dicht an einander liegende, halbkuglige, von Blutgefäßen umstrickte Lungenbläschen, welche nach Krause (Nr. 597. I. S. 474) beim Menschen 0,125 bis 0,166 Linie im Durchmesser haben, und mit dem Endzweige, auf welchem sie sitzen, und dem sie umgebenden Zellgewebe ein Läppchen von etwa ½ Linie im Durchmesser bilden. Nach Gurlt (Nr. 780. S. 168) sind sie bei Pflanzenfressern kleiner als bei Fleischfressern; an aufgeblasenen und getrockneten Lungen maaßen sie beim Schweine 0,072 bis 0,077 Linie, beim Rinde 0,077 bis 0,087, beim Pferde 0,077 bis 0,093, beim Hunde 0,077 bis 0,248.

k.

l.

§. 967. Bei der Massenathmung (§. 964. b) wird die organische Substanz noch nicht durch eigne Organisationsverhältnisse in Berührung mit dem äußern Medium gebracht. Wo

dagegen der Lebenssaft sich zu Blut ausgebildet, und dieses ein wirklich verzweigtes Gefäßsystem gewonnen hat, giebt letzteres auch eigne Zweige an die Athmungsorgane, damit das Blut hier die zu seiner vollen Entwickelung nöthige Umwandlung erfahre. Dieses für die lebendige Bildung so wichtige Verhältniß bestimmt die Hauptformen der Blutbahn, die bereits in der Lehre vom Blute (§. 693—696. 764. a. b) auseinander gesetzt worden sind, so

I. daß hier ein nochmahliger Überblick derselben genügt. I) Bei der ersten Hauptform sind die Athmungsorgane in ihrem Verhältnisse zum Blutsysteme den übrigen Organen gleich. Ihre Blutgefäße oder die Athmungsgefäße sind Zweige vom Centralorgane des Blutsystems gleich denen der andern Theile, und das gelüftete, d. h. durch die Athmung arteriös gewordene Blut wird, sei es nun durch besondere Venen, oder durch Fluctuation, d. h. durch Rückkehr in denselben Gefäßen, wieder in das Centralorgan gebracht, wo es dem venösen oder von den übrigen Organen zurückgekehrten Blute beigemischt wird, und dessen Venosität vermindert. So scheint es z. B. bei den Lungenarachniden und den niedern Cru-

II. staceen sich zu verhalten. II) Die zweite Hauptform charakterisirt sich durch einen vollständigen Gegensatz der Athmungsgefäße zum übrigen Gefäßsysteme oder der Atmosphäre zur organischen Substanz, so daß das gesammte venöse Blut die Athmung erfährt,

A. und jedes andere Organ nur gelüftetes Blut empfängt. A) Auf einer niedern Stufe besteht das Centralorgan des Gefäßsystems aus bloßen Stämmen. So ist es z. B. bei Echinodermen: bei Asterien ist das Athmungsgefäß zugleich der Stamm, indem es ringförmig an der Athmungshöhle sich verbreitet, von den Verdauungs- und Zeugungsorganen Venen aufnimmt, und an dieselben Organe Arterien aussendet; bei den Holothurien dagegen finden sich zwei Stämme, deren jeder einerseits an die Verdauungs- und Zeugungsorgane, andererseits an das Athmungsorgan sich verzweigt, so daß dadurch ein Kreislauf möglich wird.

B. B) Wo das Centralorgan als Herz einen bestimmten Gegensatz zu den Blutgefäßen bildet, treibt es durch seine Muskelkraft entweder das in den Athmungsorganen arteriös gewordene Blut in den übrigen Körper (a), oder das in letzterem venös gewordene

Blut in die Athmungsorgane (b), oder es stößt beide Blutarten aus, indem es sich verdoppelt hat (c). a) Bei einem Körper- a. herzen, welches z. B. bei den Dekapoden, Gasteropoden, Pteropoden und Ascidien vorkommt, werden die Stämme der Körpervenen in ihrem Fortgange zu Athmungsarterien, und die Athmungsvenen bringen das Blut zum Herzen. b) Umgekehrt ver- b. wandeln sich bei den Fischen die Stämme der Athmungsvenen in Körperarterien, und das von den Körpervenen zurückgeführte venöse Blut gelangt in das Herz, um von diesem zunächst in die Athmungsorgane getrieben zu werden. c) Die Vereinigung eines c. Körperherzens und eines Athmungsherzens beginnt bei den Cephalopoden, indem hier die Körpervenen in zwei seitliche Herzen münden, von denen die Athmungsarterien ausgehen, die Athmungsvenen aber in das mittenliegende Herz sich einsenken, welches die Körperarterie giebt. Bei den Vögeln und Mammalien ist die Vereinigung vollständig, so daß Körperherz und Athmungsherz durch Anlagerung zu einem Ganzen verschmolzen sind, und dennoch zwei von einander getrennte Höhlen bilden. III) Zwischen- III. stufen finden sich da, wo zwar ein Gegensatz der Athmungsgefäße gegen das übrige Gefäßsystem gegeben ist, aber durch einen partiellen Zusammentritt von arteriösem und venösem Blute theilweise wieder aufgehoben wird. Diese Mengung erfolgt C) in den Ge- C. fäßen allein d) bei einem Körperherzen von den Körpervenen aus. d. So empfängt bei den Muscheln das einfache Herz durch die Athmungsvenen arteriöses Blut, um es in den Körper zu treiben; aber es nimmt auch Zweige von den Körpervenen auf, so daß zwar das meiste venöse Blut zu den Athmungsorganen geht, zum Theil aber auch ohne dahin zu gelangen dem arteriösen Blute sich beimischt. e) Bei einem Athmungsherzen gehen die eine Men- e. gung bewirkenden Zweige von den Athmungsarterien aus. Bei allen Batrachiern im Larvenzustande, und bei dem Proteus und ihm verwandten Batrachiern lebenslänglich nimmt nämlich das Herz das Körpervenenblut auf, um es durch einen Stamm in die Athmungsarterien zu treiben, während die Athmungsvenen zu einem Körperarterienstamme sich vereinen; aber der Athmungsarterienstamm giebt auch Zweige zu den Körperarterien, mischt also

f. einen Theil seines venösen Blutes dem arteriösen bei. f) Dasselbe erfolgt endlich auch bei dem Doppelherzen der Krokodile, indem die aus ihrer eignen Herzkammer tretende Lungenarterie einen Zweig abgiebt, der mit der aus der Aortenkammer entsprungenen D. Arterie zum Körperarterienstamme sich vereint. D) Bei den übrigen Amphibien geschieht die Mengung im Herzen, und zwar g. g) bei den höhern in der Arterienkammer, indem der Körpervenensack und der Athmungsvenensack ihr Blut in die gemeinschaftliche Herzkammer ergießen. Diese ist jedoch bei Schlangen und Schildkröten in Buchten getheilt, so daß das aus dem Körpervenensacke leichter in die Athmungsarterie, und das aus dem Athmungsvenensacke leichter in die Körperarterie übergeht; die Athmungsarterie giebt aber einen Zweig (als Botallischen Gang) an die Körperarterie. Bei den gewöhnlichen Eidechsen sind beiderlei Arterien die Zweige des aus der Herzkammer tretenden gemeinh. schaftlichen Stamms. h) Bei den Anuren münden Athmungsvenen und Körpervenen in den gemeinschaftlichen Venensack, und der aus der Arterienkammer tretende Stamm giebt als einen Zweig die Lungenarterie ab, und verläuft dann weiter als Körperarterie.

§. 968. Das Athmen besteht seinem Wesen nach in **Bewegungen** der Ingestion und Egestion (§. 817. a), durch welche Stoffe der organischen Substanz in das äußere Medium, und Stoffe von diesem in die organische Substanz übergehen. Wo es aber weiter entwickelt ist, treten noch andere Bewegungen hinzu, und zwar zunächst solche, welche auf das äußere Medium wirken, so daß immer eine neue Schicht desselben mit der Athmungsfläche überhaupt und ihren einzelnen Puncten in Berührung kommt; dann auch noch die, durch welche zugleich die organische Substanz in der Athmungsfläche wechselt, und immer eine neue Portion derselben der Einwirkung des Mediums ausgesetzt wird. — Die Athmungsbewegungen sind aber von doppelter Art: vegetative und A. animalische. A) Die vegetativen oder seelenlosen, im Bildungsa. hergange allein begründeten, sind a) latente, im Wechsel der Stoffe bestehende, welche überall die wesentlichen, bei den Pflanzen b. aber die einzigen Athmungsbewegungen sind. b) An diese schließen

sich die nur dem bewaffneten Auge erkennbaren Wimperbewegungen des thierischen Körpers an. Strömungen des Wassers an Kiemen, ohne daß diese selbst sich bewegt hätten, waren bei Muscheln von de Heide, Leuwenhoek und Erman, bei Salamanderlarven von Steinbuch wahrgenommen worden (Nr. 673. I. S. 298. II. S. 7); Sharpey, der sie bei Anneliden, Molusken und Batrachierlarven beobachtete (§. 764. c), erkannte, daß sie von den Bewegungen der auf den Kiemen stehenden Wimpern herrühren; letztere aber wurden erst durch die von Purkinje und Valentin gemachten Entdeckungen uns näher bekannt. Solche farblose, aus gleichförmiger Substanz bestehende, 0,001 bis 0,010 Linie lange, dicht beisammen stehende, und nicht einzeln, sondern in ganzen Strichen sich bewegende Fäden kommen in der ganzen Thierreihe, aber überall nur an einzelnen Organen vor; sie finden sich an den Athmungsorganen der Amphibien, Vögel und Mammalien; aber hin und wieder auch auf den Schleimhäuten der Verdauungs-, Harn- und weiblichen Zeugungsorgane, ferner auch auf der Haut mehrerer wirbelloser Thiere. Da sie endlich auch in den Hirnhöhlen der Mammalien vorkommen, so erscheinen sie als eine besondere Äußerung des innern Lebens animalischer Masse, welche an den von fremden Flüssigkeiten berührten Flächen dem Bildungshergange zu Statten kommen kann. Die Kiemen mehrerer Mollusken, der Salamanderlarven u. s. w. bewegen sich nicht selbst, und werden nur durch die von ihren Wimpern verursachte Strömung immer mit einer frischen Schicht Wasser in Berührung gebracht; die mit einem eignen Bewegungsapparate versehenen Kiemen der Fische hingegen haben keine Wimpern. c) Jede Schleimhaut steht mit dem räumlichen Leben in näherer Beziehung, indem sie entweder an Gerüsttheilen sich stützt, oder mit beweglichen Fasern bekleidet wird, oder wechselsweise beiderlei Umgebungen erhält. Bei den aus Schleimhaut gebildeten Athmungsorganen findet dasselbe Statt: die Röhren oder Säcke füllen und entleeren sich abwechselnd, sei es nun durch die Thätigkeit plastischer Muskeln, oder durch die Elasticität sehniger Membranen und knorpliger Blätter. Nach Tiedemann (Nr. 130. S. 11) ziehen sich beim Ausathmen die Bläschen, Zweige

c.

und Stämme der Athmungsorgane von Holothurien zusammen, und erweitern sich beim Einathmen; wie Comparetti (Nr. 100. IV. S. 157) bei mehrern Insecten, so sah Rengger (Nr. 268. S. 37) bei Heuschrecken die Luftcanäle abwechselnd sich ausdehnen und zusammenziehen, und schloß auf eine Selbstthätigkeit dieser Organe daraus, daß die Luftbläschen, welche aus den Athmungslöchern von unter Wasser gehaltenen Raupen aufstiegen, am Rande hängen blieben und abwechselnd eingezogen und ausgestoßen wurden; doch glaubt Burmeister (Nr. 781. I. S. 418), daß die Luftcanäle der Insecten bloß durch die Leibeswand zusammengedrückt werden und durch Federkraft sich wieder ausdehnen, was vielleicht nur von den meisten starren gilt, während es auch welche giebt, die, namentlich in ihren Erweiterungen, weiche Wandungen haben.

B. B) Die animale Peripherie bewirkt das Athmen durch willkührliche Bewegungen, welche durch das Gefühl des Athmungsbedürfnisses hervorgerufen werden, so daß hier plastisches und animales Leben in innigem Verkehr stehen; auf einer niedern Stufe des Lebens ist das Athmungsbedürfniß minder dringend und daher der Willkühr in dieser Beziehung ein freierer Spielraum gelassen als bei einer höhern Entwickelung. Einige Athmungsbewegungen sind mehr allgemein.

d. Dahin gehören d) diejenigen, welche mit der Ortsbewegung des ganzen Thiers zusammenfallen, z. B. bei Medusen, welche durch abwechselnde Streckung und Krümmung sich fortstoßen, und zugleich Wasser zur Athmung aufnehmen und austreiben; und

e. e) die Bewegungen der Leibeswand, welche überall, wo innere Athmungsorgane vorhanden sind, den plastischen Bewegungen zu Hülfe kommen, indem sie durch Erweiterungen der innern Räume das äußere Medium eintreten lassen und durch Verengerung derselben es wieder austreiben. Andere Bewegungen (f. g) sind mehr auf die Athmungsorgane selbst beschränkt.

f. f) Dies ist der Fall bei den freien Kiemen, z. B. mancher Gasteropoden, welche gliederartig sich bewegen und zum Theil selbst als Floßen dienen.

g. g) Ferner wird der Zutritt und Austritt des Mediums bewirkt bald durch Muskeln, welche das Athmungsloch ausbreiten und zusammenziehen, wie bei Wasserschnecken; bald durch Klappen, welche durch Muskeln vor die Öffnung gelegt und wieder entfernt

werden können, wie bei den meisten Insecten; bald durch Decken, welche sich über die Öffnungen herabsenken und wieder aufgehoben werden können, wie bei den Wasserkäfern; bald endlich durch eigne Vorrichtungen, wie bei den Dekapoden, wo eine ovale Platte, im Canale der Kiemenhöhle wie auf einen Zapfen gestellt, oscillirend sich bewegt, so daß die eine Portion Wasser ein=, die andere ausgetrieben wird.

§. 969. Die Art und Weise, wie das Athmen durch Bewegung zu Stande gebracht wird, ist bei den vier Classen der Wirbelthiere sehr verschieden. A) Bei den Fischen charakterisirt es sich im Ganzen dadurch, daß es, da keine besondere Brusthöhle vorhanden ist, in der Leibeswand dicht am Kopfe und ohne Mitwirkung der Rippen vor sich geht; daß das lufthaltige Wasser, da die Nasenhöhle einen blinden Sack bildet, nur durch den Mund aufgenommen werden kann, und auf einem andern Wege abgeführt wird, also die Athmungshöhle durchströmt, wie dies bei Acephalen und Cephalopoden, obschon auf andere Weise, der Fall ist. Bei den Knochenfischen tritt, während die Kiemenspalte durch ihren Deckel geschlossen ist, das Wasser aus der Speiseröhre in den Athmungsraum, indem die am Schädel eingelenkten Kiemenbogen durch eine Bewegung nach vorne auseinander rücken, und hierdurch, so wie durch das Wasser selbst die Blätter jeder Kieme, so wie die Fäden jedes Blattes aus einander gehalten werden und von allen Seiten mit dem Wasser in Berührung kommen; dann ziehen sich die Kiemenbogen wieder nach hinten, und legen sich so wie die Kiemenblätter an einander, während der Kiemendeckel sich hebt und das Wasser aus der geöffneten Kiemenspalte austreten läßt. Ein Eintritt des Wassers in die Kiemenspalte ist nicht unmöglich; besonders aber scheint bei den Cyklostomen, die sich mit dem Munde an fremden Körpern ansaugen können, das zu athmende Wasser gewöhnlich durch die äußern Kiemenlöcher einzutreten und durch dieselben auch wieder ausgestoßen zu werden. Übrigens werden hier, so wie bei andern Knorpelfischen, die Kiemensäcke beim Ausathmen durch eigne Muskeln zusammengezogen und die zuvor durch Klappen geschloßnen Kiemenlöcher wieder geöffnet. B) Bei den Amphibien, so wie bei allen Luft athmenden

und auch bei einigen Wasser athmenden Thieren, als den Holothurien und den durch Luftcanäle im Mastdarme athmenden Insectenlarven, wird das aufgenommene äußere Medium auf demselben Wege wieder ausgestoßen. Ein geschloßner, knöcherner und in sich beweglicher Brustkasten fehlt bei den Anuren, da sie nur ein Brustbein ohne Rippen haben; bei den Schlangen, da sie umgekehrt Rippen ohne ein Brustbein besitzen; und bei den Schildkröten, da ihre Rippen zu einer Masse des Rückenschildes verschmolzen sind. Somit können denn hier die Wände der Brusthöhle zum Athmen wenig oder gar nicht mitwirken, sondern die Luft wird durch die erweiterten Nasenlöcher, die hierauf durch ihre Ringmuskeln geschlossen werden, in die Mundhöhle und den erweiterten Kehlsack gezogen, und bei geschloßnem Munde durch die Verengerung dieses Sackes mittels der Zungen- und Zungenbeinmuskeln in die offene Kehlritze und die Lungen gepreßt; beim Ausathmen ziehen sich die Lungen zusammen und werden dabei durch die Rumpfmuskeln unterstützt. C) Die Lungen der Vögel füllen die Brusthöhle nicht aus, und öffnen sich in die Luftsäcke, werden aber, indem diese beim Aufsteigen der Rippen und des Brustbeins sich erweitern und somit Luft einziehen müssen, durch die mittels großer Längenmuskeln verkürzte Luftröhre mit Luft gefüllt. Beim Ausathmen werden die Luftsäcke von den Rumpfwänden gepreßt, und die Lungen selbst durch Muskeln, welche von den Rippen an die über sie ausgespannte seröse Membran gehen, zusammengedrückt. D) Der Athmungsapparat wird bei den Mammalien durch Entwickelung der in der übrigen Thierreihe nur angedeuteten Gebilde, nämlich des Gaumensegels, Kehldeckels und Zwerchfells, so wie dadurch, daß die Lungen die Brusthöhle ausfüllen, und bei dichter Anlagerung an deren Wandungen dennoch durch die sie einschließende Einstülpung des Brustfells ihre Selbstständigkeit und freie Beweglichkeit behaupten, vervollständigt. Die gesammten Luftwege werden beim Einathmen erweitert und nach innen gesenkt, beim Ausathmen verengt und nach außen hin gehoben, und diese Bewegungen werden durch die vereinte, theils consensuelle, theils antagonistische Wirkung von Muskelkraft und Federkraft, so wie von Luftwegen und animaler Peripherie zu

Stande gebracht, während die Luft selbst durch ihren Druck und ihre Elasticität dabei nicht unthätig ist. a) Die Mammalien überhaupt athmen gewöhnlich durch die Nase, und nur dann, wenn auf diesem Wege keine für das Bedürfniß hinreichende Menge Luft durchströmen kann, durch den Mund. Letzteres ist bei den Einhufern sehr erschwert, da ihr Gaumensegel bis auf den Kehlkopf herabreicht, und dafür haben sie große, weit zu öffnende Nasenlöcher und geräumige Nasengänge; bei den Cetaceen ist es unmöglich, da ihr Kehldeckel, zur hintern Nasenöffnung aufsteigend, die Kehlritze gegen die Mundhöhle hin absperrt, und während ihr Mund beim Schwimmen an der Oberfläche im Wasser ist, athmen sie durch die an der höchsten Stelle des Kopfs liegenden, aus dem Wasser hervorragenden, durch eine Klappe zu schließenden Nasenlöcher, welche zunächst in den einem Kiemensacke ähnelnden Sprützsack und von da in den Rachen führen, so daß beim Ausathmen zwei Dampfsäulen aufsteigen, aber auch Wasser aus der Mundhöhle durch die Nasenlöcher herausgetrieben werden kann. — Beim Menschen ist die Bewegung der Nasenflügel im Normalzustande unmerklich; nur bei angestrengtem Athmen erheben sie sich deutlicher, um durch die erweiterten Nasenlöcher der Luft mehr Zugang zu schaffen, und senken sich wieder beim Ausathmen. Wenn die Nasengänge nicht genug Öffnung darbieten, z. B. bei starkem Schnupfen, so athmet man durch den Mund, und dieser wird bei der höchsten Athemnoth durch Herabziehen des Unterkiefers gewaltsam aufgerissen und durch dessen Aufsteigen wieder geschlossen. b) Beim Einathmen senkt sich die Zunge mit dem Zungenbeine und zieht sich zurück, so wie sie beim Ausathmen aufsteigt und nach vorne sich streckt. Beim Athmen durch die Nase leitet das senkrecht herabhängende Gaumensegel die Luft von der Mundhöhle ab und gegen die Kehlritze hin; wird bei verschloßner Nase durch den Mund geathmet, so hebt sich das Gaumensegel so, daß man von außen her in den Speiseröhrenkopf sehen kann, und die Luft wird aus der Mundhöhle nach der Kehlritze geleitet und von der Nasenhöhle abgehalten. Ist das Athmen sehr stark, so bewegt sich auch der Zapfen mit der Luftströmung abwechselnd nach vorne und nach

a.

b.

c. hinten. c) Beim Einathmen steigt der Kehlkopf herab, der Kehldeckel richtet sich nach vorne auf, und die Kehlritze wird breiter, indem sich ihre Lippen durch Auseinanderweichen der Schnepfenknorpel nach außen wälzen (Nr. 769. S. 7); mit dem Ausathmen sind die entgegengesetzten Bewegungen verbunden. Wenn man willkührlich das Athmen unterbricht und den Athem an sich hält, so ist die Kehlritze geschlossen und von dem sich darüber legenden Kehldeckel bedeckt; eben so verhält es sich gemeiniglich während des Scheintodes im Wasser, wo erst nach dem Eintritte des wirklichen Todes mit dem Erschlaffen der Muskeln die Kehlritze frei wird und Wasser eintreten läßt. Bei den Cetaceen schließt der Kehldeckel in der Ruhe die Kehlritze, und wird erst beim Einathmen von ihr abgezogen.

d. d) Die Luftröhre wird beim Einathmen durch die Längenfasern, welche von einem Knorpelringe zum andern gehen, gegen die Lungen hin verkürzt und erweitert; antagonistisch wirken beim Ausathmen die beide Enden jedes Knorpelrings verbindenden queren Muskelfasern, wodurch sie verengt und verlängert wird. Diese von unten nach oben sich fortpflanzende Verengerung treibt Schleim oder Blut aus, und kann, wenn die Tracheotomie gemacht worden ist, selbst in die Luftröhre gerathene feste Körper ausstoßen. Übrigens kann bei einem in die Luftröhre gemachten Einschnitte, ohne Zuthun des Kehlkopfs und auch bei dessen Unwegsamkeit das Athmen fortgesetzt werden.

e. e) Die Rippen, als weitere Entwickelungen der Querfortsätze der Wirbel zu Bildung der Visceralwand an der Brust, bilden durch das Brustbein geschloßne Bogen, welche dem Unterkiefer, als einem Visceralbogen des Kopfs, analog sind, und, wie dieser beim Kauen und selbst bei schwerem Athmen, beim normalen Athmen aufwärts und abwärts sich bewegen. Sie sind schräge gestellt, so daß ihr vorderes, mittelbar oder unmittelbar mit dem Brustbeine verbundenes Ende niedriger steht als ihr hinteres an der Wirbelsäule gelenkig fixirtes Ende. Beim Einathmen werden sie durch die an den höher liegenden Wirbeln fixirten Muskeln (Scaleni, Cervicalis descendens, Levatores costarum, Serratus posticus superior) empor gehoben und nach außen gezogen, wobei jede einzelne Rippe die unter ihr liegende durch die Zwischenrippenmuskeln

heraufzieht. Indem so unter Drehung ihres Gelenkkopfs die Rippen aus der schräge herabsteigenden Richtung in eine der horizontalen sich nähernde Stellung übergehen, wird der horizontale Durchmesser der Brusthöhle, namentlich der quere, vergrößert. Beim ruhigen Athmen ist diese Bewegung so gering, daß sie von dem Auge kaum wahrgenommen wird; bei tieferem Einathmen wird sie deutlicher, wobei der Querdurchmesser in der mittlern Höhe der Brusthöhle von 8 Zoll auf 9 Zoll und darüber vergrößert wird. Die Rippen heben den obern Theil des Brustbeins mit sich etwas herauf, und drängen den untern Theil desselben nach vorne, so daß dadurch die von ihm zur Wirbelsäule gezogene Linie oder der gerade Durchmesser der Brusthöhle, der ungefähr 5 Zoll beträgt, bei gewöhnlichem Einathmen um $^1/_4$, bei tiefem aber um beinahe einen ganzen Zoll verlängert wird. Bei mühsamem Athmen werden andere Theile außer der Wirbelsäule, welche gewöhnlich vom Brustkasten aus bewegt werden, fixirt, damit dieser von ihnen aus gehoben werde: der Kopf wird durch die Nackenmuskeln gestreckt, damit der Sternomastoideus das Brustbein und Schlüsselbein, von letzterem aus aber der Subclavius die oberste Rippe heraufziehe; die Schulterblätter werden nach oben fixirt, damit der Serratus anticus auf die acht obern Rippen, und der Pectoralis minor auf die dritte bis fünfte Rippe wirken könne; endlich stützt man die Arme nach vorne auf einen festen Körper, damit nun der Pectoralis maior das Brustbein und die zweite bis siebente Rippe gegen den Kopf des Oberarmbeins herauf heben. — Das Zwerchfell wirkt consensuell mit den Hebemuskeln der Rippen, und steigt, indem es sich bei seiner Zusammenziehung abflacht, gegen die Bauchhöhle herab, so daß der senkrechte Durchmesser der Bauchhöhle vergrößert wird, und zu beiden Seiten um mehr als 2 Zoll zunehmen kann. — Bei gewöhnlichem ruhigem Ausathmen geht der Brustkasten auf seinen gewöhnlichen Durchmesser zurück, indem das Zwerchfell bei seiner Erschlaffung sich wieder in die Brusthöhle aufwölbt, und die Rippen beim Nachlassen der Wirkung ihrer Hebemuskeln wieder die durch ihre mechanischen Verhältnisse bedingte Stellung annehmen und herabsinken. Bei einem kraftvollern Ausathmen werden sie durch die

vom Becken senkrecht und schräge zu ihnen aufsteigenden Bauch- und Lendenmuskeln herabgezogen, wobei die Zwischenrippenmuskeln von den hierdurch fixirten untern Rippen eben so auf die darüber liegenden wirken können. f) Die Säcke des Brustfells enthalten keine Luft: wenn man die Brusthöhle eines lebenden Säugethiers unter Wasser öffnet, so steigen keine Luftbläschen auf, da doch die Luft, wenn welche vorhanden wäre, durch das eindringende Wasser verdrängt werden müßte. Lungen und Brustwände werden daher, da ein luftleerer Raum zwischen ihnen sich findet, durch den Druck der Atmosphäre auf die äußere Fläche der Brust an einander gehalten: nach Magendie sieht man, wenn die Brustmuskeln eines lebenden Säugethiers bloß gelegt sind, durch sie hindurch, daß wirklich die Lungen mit dem Zwerchfelle, so wie mit den Seitenwänden der Brust immer in Berührung bleiben. Die beiderseitigen Theile müssen also, insofern sie weich und nachgiebig sind, sich einander fügen, so daß der eine den Bewegungen des andern folgt, und dabei sich mehr ausdehnt, als er es seiner natürlichen Constitution nach ist: so wölbt sich das Zwerchfell so hoch in die Brusthöhle nur, weil es den verkürzten Lungen folgt, und es steigt noch höher herauf und verursacht ein tieferes Ausathmen, wenn es durch den unmittelbaren Druck der Atmosphäre bei geöffneter Bauchhöhle gedrängt wird; durchsticht man es aber, so daß Luft in die Brusthöhle dringt, so hört seine Ausspannung auf, und es senkt sich so weit, als es seine Cohäsion im erschlafften Zustande mit sich bringt, wie es denn auch beim Pneumothorax noch weiter herabgedrängt werden kann (Nr. 789. I. p. 214). Vermag der eine Theil nicht zu folgen, so kann auch der andere Theil sich nicht bewegen: hat man einem Thiere die Luftröhre unterbunden, so ist es nicht im Stande seine Brusthöhle zu erweitern, weil die Lungen keine Luft aufnehmen und sich dadurch auf entsprechende Weise ausdehnen können. Hieraus ergiebt sich nun, daß die Lungen beim Einathmen sich passiv verhalten, indem sie bei der durch Muskelthätigkeit bewirkten Erweiterung der Brusthöhle den Wandungen derselben folgen und sich ausdehnen müssen: ihre Luftröhrenverzweigungen werden erweitert, die Luft in denselben wird da-

durch verdünnt, und die dichtere atmosphärische Luft dringt ein und füllt die Canäle aus. Da die Brusthöhle in ihrer vordern Gegend durch die freier beweglichen Enden der Rippen, und an ihrem Boden durch das Zwerchfell am meisten erweitert wird, so bewegen sich auch die Lungen besonders nach vorne und unten, weshalb denn auch Verwachsungen und andere Abnormitäten hier seltener vorkommen als hinten und oben (Nr. 97. I. S. 274). — Wenn man bei einem lebenden Säugethiere die Brust öffnet, so fallen die Lungen zusammen, indem die äußere dichtere Atmosphäre die in ihnen enthaltene durch Wärme ausgedehnte und verdünnte Luft austreibt; und so werden auch beim Menschen Brustwunden, welche der Luft einen freien Eintritt in beide Säcke des Brustfells gestatten, schnell tödlich. Hält man die losgetrennte Luftröhre eines so eben erst getödeten Thiers unter Wasser, so sieht man bei Öffnung der Brust die in den Lungen enthalten gewesene Luft in Blasen aus dem Wasser empor strömen (Nr. 496. p. 111 sq.).

g) Macht man denselben Versuch spätere Zeit nach dem Tode, so strömt keine Luft mehr aus, denn die Lungen sind bereits so weit zusammen gezogen, als sie im Leben unter dem Drucke der auf ihre äußere Oberfläche unmittelbar wirkenden Atmosphäre zusammenfallen. Daß dies nicht die Wirkung des beim Sterben zuletzt erfolgten Ausathmens ist, ergiebt sich theils schon aus dem erwähnten Zustande unmittelbar nach dem Tode, theils daraus, daß zwar die Brustwände im Zustande der Ausathmung sind, aber die Lungen von ihnen sich zurückgezogen haben und abstehen, wie nie während des Lebens. Die Lungen müssen sich also zusammengezogen haben, weil die in ihnen enthaltene Luft an dem Erkalten des ganzen Körpers Theil genommen, also sich verdichtet und die Luftröhrenzweige nicht mehr ausgedehnt hat, wobei denn, wie überall, wo sonst an einander haftende Theile von einander gewichen sind (§. 817. e), Luft in den Säcken des Brustfells aus dessen Wänden sich entwickelt hat. Hiernach sind denn die Lungen während des Lebens mehr ausgedehnt, als sie es ihrem Gewebe nach für sich allein sein würden, und sie ziehen sich auf diesen ihrer Cohäsion eigentlich entsprechenden Punct zusammen, sobald die von innen wirkende Dehnkraft (der eingeathmeten und

g.

erwärmten Luft) und die äußere Zugkraft (des luftleeren Raums in den Brustfellsäcken) zu wirken aufgehört hat. Diese eigene Contractilität zeigen auch die ausgeschnittenen Lungen, indem sie Luft, mit der man sie aufgeblasen hat, alsbald wieder austreiben. Unstreitig wirkt ihre Contractilität auch während des Lebens beim Ausathmen, so daß dadurch das nachgiebige Zwerchfell höher in die Brusthöhle heraufgezogen wird. Auch mag die Verminderung ihrer Contractilität in manchen Krankheiten, namentlich im hohen Alter, die Ursache von Schwerathmigkeit abgeben (Nr. 789. I. p. 8. 169 sq.). Da die Knorpelblättchen der Luftröhrenzweige beim Einathmen gestreckt und ausgedehnt werden, so mögen sie beim Ausathmen wieder in die durch ihren Bau bestimmte Lage sich zurückziehen und dadurch die Zusammenziehung der ganzen Lunge bewirken. Außerdem soll nach Bazin (Nr. 793. I. p. 318) eine eigene, zum elastischen Gewebe gehörige Membran, die bei großen Säugethieren deutlich, beim Menschen aber sehr zart ist, die Lungen unterhalb des Brustfellüberzugs bekleiden. h) Indeß ist es schon an und für sich nicht wahrscheinlich, daß die Lungen der Mammalien bei ihrer Function bloß nach mechanischen Gesetzen wirken und als Lebensorgane sich schlechthin passiv verhalten sollten. Bei niedern Thieren ist eine eigene Muskelthätigkeit derselben beim Ausathmen offenbar; so athmen z. B. die Lungen der Amphibien auch bei geöffneter Brusthöhle, und ziehen sich durch eigene Kraft zusammen, nachdem sie durch Bewegungen des Schlingens mit Luft gefüllt worden sind; und es ist kaum glaublich, daß bei den Mammalien keine Spur von solcher lebendigen Thätigkeit sich finden sollte. Die Kraft, mit welcher beim Husten Schleim aus der Tiefe der Brust hervorgetrieben wird, kann nicht vom Zwerchfelle herrühren, da dies beim Ausathmen bloß erschlafft und dem Zuge der sich verkleinernden Lungen nachgiebt; auch ist sie zu bedeutend, als daß sie von der Wirkung der Bauchmuskeln abgeleitet werden könnte; am wenigsten kann sie im Nachlassen der Thätigkeit der Brustmuskeln und der Spannung des sehnigen und knorpligen Gewebes der Lungen ihren Grund haben, da hierdurch die Luftröhrenzweige von ihrer momentanen Erweiterung nur auf den in ihrem Baue gegründeten und dem Ruhezustande ent=

sprechenden Durchmesser zurückgeführt werden. Das Einathmen scharfer Dämpfe verursacht unmittelbar eine krampfhafte Zusammenschnürung der Luftröhrenzweige, und bei manchen Brustkrämpfen fühlt der Kranke deutlich die Zusammenziehung seiner Lungen selbst. Nun hat Reisseisen (Nr. 766) an den menschlichen Lungen die bereits von Malpighi erkannten, aber von Haller (Nr. 95. III. p. 75 sq.) geleugneten Muskelfasern nachgewiesen, welche an den stärkern Luftröhrenzweigen die beiden Enden jedes Knorpelreifens verbinden und über dem sehnigen Gewebe eine Muskelwand bilden; an den feinern Zweigen sich an den einzeln liegenden Knorpelblättchen ansetzen, und bis über die letzten Verzweigungen, die keine Knorpel mehr haben, sich erstrecken. Er führt eine von Varnier an Thieren angestellte Beobachtung an, nach welcher bei Einwirkung von reizenden Flüssigkeiten oder Dämpfen oder selbst bei mechanischer Reizung der äußern Oberfläche die Luftröhrenzweige sich zusammenzogen. Krimer (Nr. 770. S. 9. 42) sah die Bronchialfasern der Lungen auf mechanische oder elektrische Reizung sich zusammenziehen. Wenn Wedemayer (Nr. 529. S. 70 fg.) auf ausgeschnittene Lungen von Hunden oder Meerschweinchen den Galvanismus einwirken ließ, so entstand in den kleinern Luftröhrenzweigen von einer Linie Durchmesser eine deutliche Constriction, die nur langsam erfolgte, allmählig aber fast bis zu völliger Verschließung ihres Lumens ging; der Luftröhrenstamm dagegen wurde durch mechanische und galvanische Reizung nicht afficirt. — Hierzu kommt nun, daß bei Öffnung der Brusthöhle von Säugethieren die Lungen bisweilen noch eine Zeit lang abwechselnd sich bewegen. Solche allerdings ungewöhnliche Fälle waren schon in frühern Zeiten gesehen worden (Nr. 95. III. p. 226), und wurden dann von Houston (Nr. 172. 1736. Nr. 441), Bremond (Nr. 173. 1739. p. 340 sqq.), Herissant (ebd. 1743. hist. p. 73) und Haller beobachtet, wiewohl Letzterer (Nr. 95. III. p. 227) sich dadurch von einer Selbstthätigkeit der Lungen noch nicht für überzeugt hielt. Mehrmahls hatte man die Lungen während der Verengerung der Brusthöhle aus derselben hervortreten sehen, und dies von dem Drucke des Zwerchfells abgeleitet. Allein Bremond (a. a. O. p. 351)

überzeugte sich, daß sie auch dann, wenn sie mit keinem Theile der Brustwand in Berührung waren, sich durch Einathmung ausdehnten und aus der Wunde hervortraten. Florman sah sie auch nach Zerstörung des Zwerchfells fortdauernd sich bewegen (Nr. 786. S. 110); eben so wiewohl nur kurze Zeit Rudolphi (ebd. S. 111) nach Wegnahme des Brustbeins und Zerstörung des Zwerchfells; Williams (Nr. 196. V. S. 322 fgg.) erkannte, daß sie während der Erweiterung der Brusthöhle gegen die Wunde hervortraten und während der Athmungsbewegung sich sichtlich zusammenzogen, aber auch ganz bloß gelegt noch eine schwache, wurmförmige Bewegung zeigten; ich habe einen ähnlichen Fall bei einem von Schulze in anderer Beziehung angestellten Experimente gesehen. Endlich hat Czermak die Athmung eines mißgebildeten Kindes beobachtet, welchem Zwerchfell und Brustwand fehlte. — Nach dem Allem dürfen wir denn annehmen, daß die Verzweigungen der Luftröhre in den Lungen der Mammalien bei Erweiterung der Brusthöhle nach mechanischen Gesetzen von der einströmenden Luft ausgedehnt werden; beim Ausathmen aber durch ihre Federkraft auf ihren natürlichen Durchmesser zurückgeführt, durch ihre Muskelfasern aber noch weiter verengt werden. Sonach verhalten sich die Lungen beim Einathmen überall passiv, indem sie bei den Amphibien durch die Bewegungen des Schlingens mit Luft gestopft und bei den Vögeln durch die Ansaugung der mit der Brusthöhle erweiterten Luftsäcke von Luft durchströmt werden. Das Ausathmen aber ist die Folge ihrer eignen Wirksamkeit, und ist diese kräftig genug, so kann auch nach Öffnung der Brusthöhle noch einiges Athmen erfolgen, weil die Luftröhrenzweige nach der durch ihre Muskeln bewirkten Zusammenziehung vermöge ihrer Federkraft bis zu ihrem natürlichen Durchmesser sich wieder erweitern, mithin auch Luft einziehen. Die plastischen Muskelfasern der Luftröhrenzweige reagiren also auf deren Ausdehnung durch Luft, und sind als innere Athmungsmuskeln zu betrachten, welche das Ausathmen bewirken, und sich zu den äußern Athmungsmuskeln der Brust, als den Mitteln der Einathmung, antagonistisch verhalten, oder in ihrer Thätigkeit mit denselben alterniren, wie dies bereits besonders von Eberhard

(Nr. 767. p. 12 sqq.) ausgesprochen worden ist. i) Das Strömen der Luft in den Luftwegen verursacht gleich dem des Blutes im Herzen (§. 706. b) ein Geräusch, welches man mittels des Stethoskops als ein Murmeln vernimmt. Und zwar hört man die Strömung in der Luftröhre hohl und mehr blasend, beim Ein- und Ausathmen gleich stark, am Halse und an der obern Gegend des Brustbeins; die in den Luftröhrenzweigen beim Einathmen stärker, weil an ihrem Theilungswinkel die einströmende Luft mehr Widerstand findet, als die ausströmende, am mittlern Theile des Brustbeins, in der Achselhöhle und zwischen den Schulterblättern; die in den feinern Verzweigungen und den Lungenbläschen dumpfer und aus ähnlichem Grunde nur beim Einathmen deutlich, an den übrigen Stellen der Brust. i.

§. 970. Das quantitative Verhältniß ist bei den Athmungsbewegungen eben so wenig als bei allen andern Lebensthätigkeiten an ein bestimmtes Maaß gebunden, indem es bei jedem Individuum nach dessen Eigenthümlichkeit und Lebenszustande verschieden ist, und es kommt nur darauf an, dasselbe ungefähr zu bestimmen. A) Die Frequenz ist im Ganzen bei niedern Thieren am wenigsten an eine bestimmte Regel gebunden, und mehr von der Willkühr abhängig: nach Spallanzani (Nr. 467. p. 244) öffnet und schließt die Schnecke ihr Athemloch nicht rhythmisch, sondern hält es bisweilen nur einen Augenblick, bisweilen mehrere Minuten lang offen. Nach Sorg (Nr. 249) athmet die Wolfsmilchraupe 20, der Hirschkäfer 20 bis 25, das Heupferd 50 bis 55 mahl in der Minute. In derselben Zeit macht der Frosch mit der Kehle 40 bis 100 Einathmungsbewegungen (Nr. 413. p. 52). Fische bewegen die Kiemendeckel 25 bis 30, manche bis 40 mahl. Die größern Vögel athmen 20 bis 30, die kleinern 30 bis 50 mahl. Die Zahl der Athemzüge ist nach Scoresby (Nr. 447. S. 192 fgg.) beim Walfische 4 bis 5, beim Igel 7, nach Gurlt (Nr. 780. S. 171) beim Pferde und Rinde 8 bis 12, bei Schaf und Ziege bis 10, bei Katze und Hund bis 24. Beim Menschen ist sie im Durchschnitte 18; so war sie nach Seguin 11 bis 20, nach Laennec 12 bis 15, nach Menzies 14, nach Magendie 15, nach Allen und Pepys 19, A.

B. nach Dalton 20, nach Davy 26. — B) Die Quantität der mit einem Athemzuge aufgenommenen und ausgestoßenen Luft beträgt im Durchschnitte etwa 18 Kubikzoll, so daß binnen 24 Stunden ungefähr 466000 Kubikzoll Luft durch die Lungen gehen. Unter Andern gab Abilgaard (Nr. 358. IV. S. 429) 3 bis 6, Wurzer 6 bis 8, Davy (Nr. 636) 10 bis 13, Allen und Pepys (Nr. 172. 185. p. 253) 16½, Herbst (Nr. 243. 1828. S. 97 fgg.) 16—25, Dalton 30, Bostock (Nr. 637. S. 47) und Menzies (Nr. 433. 1794. II. S. 33) 42 Kubikzoll an. Die Verschiedenheiten der Leibesgröße, der Geräumigkeit der Brust, der Muskelkraft, der gewohnten Lebensweise, der Willensanstrengung und des zum Behufe des Versuchs gebrauchten Apparats bestimmen vorzüglich diese Differenzen. — Übrigens bewirkt nach den Versuchen von Leroy (Nr. 216. VIII. p. 97 sqq.) ein heftiges Einblasen von Luft bei manchen Thieren (Schafen, Ziegen, Meerschweinchen) in wenigen Minuten den Tod, indem die Luft aus den zum Theil zerrißnen Lungenbläschen entweder in das Blut, oder in das Parenchyma der Lungen, oder in die Höhle des Brustfells getrieben wird; so bemerkte auch Bichat (Nr. 559. p. 305), daß bei heftiger Anstrengung ein Emphysem der Lungen entstehen kann.

C. C) Die Verzweigungen der Luftröhre in den Lungen werden durch die angelagerten Knorpel offen erhalten, können also durch das Ausathmen nie ganz entleert werden; es entsteht daher die Frage, wie viel Luft die menschlichen Lungen nach dem Ausathmen noch halten, und wie viel sie beim Einathmen fassen können.

a. a) Herbst (Nr. 243. 1828. S. 104) konnte in die aus den Leichnamen Erwachsener genommenen Lungen nie mehr als 186 Kubikzoll Luft eintreiben.

b. b) Goodwyn (Nr. 637. S. 26) legte an Leichnamen eine Binde um den Unterleib, um das Herabsteigen des Zwerchfells zu verhüten, und füllte durch kleine Einschnitte in die Brustwand die Säcke des Brustfells mit Wasser: bei drei Gehenkten, die im Zustande starker Einathmung gestorben sein mochten, nahm das Wasser im Durchschnitte 262 Kubikzoll ein, bei vier Leichnamen aber, wo der Tod natürlich, also mit Ausathmung erfolgt war, 109. Er nahm daher an, daß so viel Luft beim gewöhnlichen

Athmen zurückbleibe, und daß also die Lungen bei einem gewöhnlichen Einathmen von 14 Kubikzoll zusammen 123 Kubikzoll Luft fassen. Allen und Pepys (Nr. 172. 1809. p. 411) banden an die durchschnittene Luftröhre des Leichnams von einem starken Manne eine Blase, und fanden so, daß bei Öffnung der Brust die sich zusammenziehenden Lungen 31½ Kubikzoll Luft ausstießen; nun ergab sich aus der Vergleichung ihrer specifischen Schwere, ihres absoluten Gewichtes und der Menge Wasser, welche sie verdrängten, daß sie noch 59½ Kubikzoll Luft enthielten; hiernach wären denn nach einem gewöhnlichen Ausathmen 91 Kubikzoll Luft in den Lungen, mit der im Kehlkopfe und Rachen 100, und, da die Luft im Leben durch Wärme ausgedehnt wird, 108 Kubikzoll. Ure zog mittels der Luftpumpe aus den Lungen eines Ertrunkenen 105 Kubikzoll Luft. c) Davy (Nr. 636. II. S. 79) konnte durch möglichst starkes Ausathmen nach einer tiefen Einathmung 190, nach einer gewöhnlichen Einathmung 78, und nach einer natürlichen Ausathmung noch 68 Kubikzoll Luft ausstoßen, und nahm hiernach an, daß seine Lungen gewöhnlich nach dem Ausathmen 118, und nach dem Einathmen 135 Kubikzoll Luft hielten, daß sie aber durch Anstrengung beim Ausathmen bis auf 41 Kubikzoll entleert und beim Einathmen mit 254 Kubikzoll gefüllt werden konnten. Menzies fand, daß nach einer gewöhnlichen Ausathmung von 40 Kubikzoll durch Anstrengung noch 70 Kubikzoll ausgestoßen werden konnten; und da er nach Goodwyn annahm, daß nach dem stärksten Ausathmen 109 Kubikzoll in den Lungen zurückbleiben, so schätzte er deren Capacität auf 219 Kubikzoll. Bostock (Nr. 637. S. 32) meinte, man sei im Stande 170 Kubikzoll auszuathmen, was dann, wenn noch 109 Kubikzoll in den Lungen zurückbleiben, eine Capacität von 279 Kubikzoll geben würde. So nimmt auch Prout (Nr. 580. XI. p. 223) eine Capacität von 280 Kubikzoll an. Thomson (Nr. 801. IX. S. 149) fand, daß die meisten Menschen nach einem tiefen Einathmen 200 Kubikzoll auszuathmen im Stande sind. Herbst (Nr. 243. 1828. S. 99 fgg.) ließ 11 junge Männer versuchen, wie viel sie nach dem stärksten Ausathmen einzuathmen vermöchten: das Minimum war 90, das Maximum 240, die

c.

Durchschnittszahl 165 Kubikzoll; 6 ließ er nach dem tiefsten Einathmen möglichst stark ausathmen, und hier war das Minimum 120, das Maximum 244, die Durchschnittszahl 167 Kubikzoll; er nimmt mit Davy an, daß nach dem stärksten Ausathmen 41 Kubikzoll Luft in den Lungen bleiben, so daß die Capacität der Lungen eines Mannes 220 bis 260 oder selbst bis zu 280 Kubikzoll betragen kann.

§. 971. Die nächsten Beziehungen der Athmungsbewegungen sind die zum Nervensysteme, und um die Wirksamkeit von dessen einzelnen Theilen bestimmter aufzufassen, ist es am zweckmäßigsten, sie von den untern Gegenden des Rumpfes an, nach dem Gehirne fortschreitend zu betrachten. A) Die Bauchmuskeln kommen der Athmungsbewegung der Lungen (§. 869. g) zu Hülfe, und sind von den untern Brustnerven, so wie von den Lendennerven abhängig. Ihr Einfluß erscheint am beschränktesten: wenn Legallois (Nr. 560. p. 90. 97. 102) das Bauchrückenmark von Kaninchen zerstörte, so wurde das Athmen anfangs etwas gestört, dann aber wieder regelmäßig, und der Tod trat nicht unter Erstickungszufällen ein. B) Die Einathmungsmuskeln des Brustkastens stehen unter der Herrschaft der untern Halsnerven und der Brustnerven, mithin des entsprechenden Theils des Rückenmarks. Wird dieses in den untersten Halswirbeln oder zwischen ihnen und dem ersten Brustwirbel durchschnitten, so hören die Brustmuskeln auf zu wirken, und das Einathmen wird bloß durch das Zwerchfell bewirkt, wie dies schon seit Galen bekannt war (Nr. 95. III. p. 93), und von Cruikshank (Nr. 184. II. S. 64 fg.) und Bichat (Nr. 559. p. 326) bestätigt wurde. Dasselbe war auch der Fall, wenn Legallois (a. a. O. p. 53. 89. 95) das ganze Brustrückenmark zerstört hatte. C) Auf Reizung des Zwerchfellnerven zieht sich, wie Haller und Andere vor ihm sahen (Nr. 95. III. p. 92), das Zwerchfell zusammen. Nach seiner Unterbindung oder Durchschneidung wird es gelähmt, und die Brustmuskeln wirken allein für das Einathmen, aber nur schwach und kurze Zeit, wie außer Haller (ebd.) und dessen Vorgängern Cruikshank (a. a. O. S. 68 fg.), Arnemann (Nr. 648. S. 7), Bichat (a. a. O. p. 327) und Astley

Cooper (Nr. 423. 3. Serie. I. p. 358) beobachteten. Krimer (Nr. 770. S. 39) will, da das Zwerchfell noch einige Fäden von den Brustnerven erhält, gesehen haben, daß es sich nach Durchschneidung der eigentlichen Zwerchfellnerven noch, wie wohl schwächer zusammengezogen habe. Reizung des Halsrückenmarks verursachte keuchendes Athmen (Nr. 95. IV. p. 325); Zerstörung desselben oder Durchschneidung am ersten oder zweiten Halswirbel hebt das Athmen augenblicklich auf (ebd. III. p. 240), wie unter Andern Bichat (a. a. O.) und Legallois (a. a. O. p. 53. 83. 88) sahen. Auf solche Weise sterben, wie Brodie bemerkt, Menschen bei Zerreißung des Rückenmarks in den obersten Halswirbeln, so wie bei Verrenkungen oder Brüchen derselben plötzlich an Erstickung. D) Der Beinerve (elfter Hirnnerve) kann bei starkem Einathmen durch Aufheben der Schulter mittels des Trapezius, und, wenn dasselbe ungewöhnlich mühsam ist, durch Heraufziehen des Brustbeins und Schlüsselbeins mittels des Sternomastoideus mitwirken: wird er durchschnitten, so hört nach Bell diese Athmungsbewegung auf. Da er aber dem Lungenmagennerven Fäden abgiebt, so wäre es möglich, daß er eigentlich die Bewegungen erregte, welche man von diesem Nerven ableitet. E) Der Lungenmagennerve bestimmt die Bewegungen der Athmungsorgane selbst und ist daher für das Athmen am wesentlichsten. Arnemann (a. a. O. S. 130 — 139) und Legallois (a. a. O. p. 161 — 183. 202 sqq.), haben eine Reihe von Physiologen verzeichnet, welche die Wirkungen einer Unterbindung oder Durchschneidung dieses Nerven beobachtet haben. Die Experimente dieser Art, deren Resultate hier aufzuführen sind, wurden angestellt von Petit (Nr. 173. 1727. p. 6 sqq.), Haller (Nr. 152 I. p. 360 sqq.), Arnemann (Nr. 648. S. 66 — 109), Cruikshank (Nr. 184. II. S. 58 — 75), Haighton (ebd. S. 76 — 81), Bichat (Nr. 559. p. 316), Dupuytren, Blainville (Nr. 188. VII. S. 532 fgg.), Emmert (Nr. 184. IX. S. 398 fgg. XI. S. 118 fgg.), Brodie (ebd. XII. S. 138 fgg.), Breschet (Nr. 423. II. p. 494), Dupuy (ebd. XIV. p. 289), Legallois (Nr. 560. p. 188 sqq.), Wilson Philipp (Nr. 563. S. 96 fgg.),

Magendie (Nr. 247. II. p. 297 sqq. Nr. 789. I. p. 215. II. p. 223 sqq.), Broughton (Nr. 216. I. p. 123 sqq.), Ware und Finlay (Nr. 197. XVII. S. 486), Treviranus (Nr. 166. I. S. 105 fg.), Krimer (Nr. 562. S. 142 fgg.), Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 131), Mayer (Nr. 186. II. S. 71 fgg.), Blachet (Nr. 805. S. 97 fgg.), Arnold (Nr. 784. II. S. 246), Diekhof (Nr. 792. I. S. 259) und Astley Cooper (Nr. 423. 3. Serie. I. p. 358 sqq.).

a. a) Die Durchschneidung oder anhaltende Zusammendrückung des Lungenmagennerven auf beiden Seiten hat den Tod zur Folge. Dieser trat bei Kaninchen meist nach 6 bis 20 Stunden ein, nach Broughton (a. a. O. p. 127 sq.) bisweilen schon nach 2 bis 5 Stunden, nach Haller (a. a. O.) und Mayer (a. a. O. S. 73) bisweilen erst am dritten Tage. Bei den übrigen Säugethieren, an welchen das Experiment vorgenommen wurde, wird der sympathische Nerve gleich nach seinem Austritte aus dem obersten Halsganglion in einer gemeinschaftlichen Scheide mit dem Lungenmagennerven eingeschlossen, und ist daher wohl meist mit demselben zugleich durchschnitten worden. Hunde starben am häufigsten am zweiten bis vierten Tage, zuweilen schon nach 7 bis 8 Stunden, wie Petit (a. a. O. p. 6) und Haighton (a. a. O. S. 76) beobachteten, in andern Fällen erst nach 7 Tagen, wie Cruikshank (a. a. O. S. 59) beobachtete, und in einem Falle, wo Mayer (a. a. O. S. 65) den Nerven bloß unterbunden hatte, erst am zehnten Tage; Katzen schon nach einer Viertelstunde (ebd. S. 74), oder erst nach 10 Stunden; Pferde schon nach einer Stunde oder erst nach 2 Tagen. Hühner, Tauben, Gänse lebten 2 bis 7 Tage. — Wurde nur der Nerve der einen Seite durchschnitten, so traten bei Hunden in seltnen Fällen, dergleichen Petit (a. a. O. p. 12) beobachtete, gar keine Zufälle ein; meistens wurde das Athmen gestört, aber nach einiger Zeit wieder normal; in einigen Fällen erfolgte jedoch auch nach 1 bis 3 Wochen der Tod. Kaninchen starben meistentheils nach 1 bis 3 Tagen; Pferde erholten sich bald nach anfänglichen Athmungsbeschwerden; Vögel litten gar nicht davon. Wurde bei Hunden der Nerve auf der einen Seite, und 3 oder

6 Wochen darauf, wo seine Wunde geheilt war, der der andern Seite durchschnitten, so blieben sie nach Cruikshank und Haighton am Leben. Auch erholten sich Pferde, denen Dupuytren zu gleicher Zeit den einen Nerven ganz, den andern zur Hälfte oder $^{2}/_{3}$ durchschnitten hatte, bisweilen wieder. b) Nach Durchschneidung des Nerven auf beiden Seiten werden die Athmungsbewegungen mühsam und seltner: nach Mayer (a. a. O. S. 65) nahm ihre Zahl in der Minute beim Esel von 17 am ersten Tage bis auf 12 oder 9, am fünften Tage bis auf 8 ab; beim Hunde von 48 am ersten Tage bis auf 10, an den folgenden Tagen zuweilen bis auf 8. Die Einathmung erfolgt mit großer Anstrengung, mit Aufreißen der Nasenlöcher und des Mauls, mit Streckung des Halses und vermehrter Thätigkeit der Brustmuskeln und des Zwerchfells. Das Einathmen ist nach Cruikshank und Broughton langsam und tief, das Ausathmen kurz, schnell, gezwungen, bisweilen mit wiederholten Bewegungen der Bauchmuskeln. Bei Anstrengungen, Sträuben, schnellem Laufen, Erzürnen, Aufnahme von Nahrung und Erbrechen nahmen die Athmungsbeschwerden zu; dagegen wurde nach Krimer bei Einwirkung des Galvanismus auf den durchschnittnen Nerven das Athmen freier. — Bei Fröschen sah Treviranus nach der Durchschneidung die Athmungsbewegungen in Unordnung gerathen, aber nicht gänzlich aufhören. c) Die Umwandlung des venösen Blutes in arteriöses nimmt früher oder später ab, und erlischt endlich ganz: bei den Säugethieren werden Nase, Lippen und Mundhöhle bleich, bleifarbig oder blau; eben so die Kämme der Vögel; das Blut im Aortensysteme und im linken Herzen wird venös. Daraus schloß Dupuy, daß die Verletzung des Nerven unmittelbar die chemische Seite des Athmungsprocesses vernichte, ja eine Ausartung des Blutes bewirke, indem ihm dieses wie aufgelöst zu sein schien, und gesunde Thiere, denen es in die Venen oder in das Zellgewebe gesprützt worden, nach einigen Tagen unter Erscheinungen von Brand starben. Allein Emmert bewies, daß das Blut im Aortensysteme so lange hellroth blieb, als die Lungen noch eine hinreichende Menge Luft aufnahmen; daß es, wenn es eine venöse Beschaffenheit an-

b.

c.

genommen hatte, bei künstlichem Athmen wieder seine natürliche Farbe annahm; daß also seine normale Umwandlung in den Lungen nur durch die Störung der Athmungsbewegungen gehemmt werde, wie dies auch Provençal, Dumas, Brodie und Andre erkannten. — Übrigens glaubte Blainville gar keine abnorme Veränderung des Blutes nach Durchschneidung des Lungenmagennerven wahrzunehmen; doch die vielfältigsten Erfahrungen

d. sprechen gegen diese Behauptung. d) Bei den Thieren, die in Folge des Experimentes gestorben sind, findet man die Lungen ausgedehnt, aufgetrieben, dunkelroth, von Blut strotzend. Nach Defermon, Ware und Finlay waren sie weniger strotzend, wenn man sie dem Einflusse des Galvanismus ausgesetzt hatte. Das Herz enthält oft Blutgerinnsel und ist in seiner rechten Hälfte mit Blut überfüllt. Mayer und Arnold fanden in den Blutgefäßen der Lungen selbst bisweilen Gerinnsel. Die Luftröhrenverzweigungen enthalten meist eine Menge von schaumigem, zuweilen blutigem Schleime; und dieser soll nach Brachets Meinung den Eintritt der Luft, also auch die Röthung des Blutes hindern, und somit die Ursache des Todes werden. Allein diese profuse Secretion, so wie das Unvermögen, den Schleim auszustoßen, setzt einen andern abnormen Zustand voraus. — Oft ergießt sich Blut in das Parenchym der Lungen, so daß diese, wie Cruikshank fand, ganz dicht werden, nach Wilson Philipp und Legallois im Wasser untersinken, und nach Magendie hepatisirt erscheinen, bei Öffnung der Brusthöhle nicht zusammenfallen, beim Drucke nicht knistern und sich nicht vollkommen aufblasen lassen. Magendie nimmt daher an, daß die Durchschneidung des Nerven den Blutlauf in den Haargefäßen der Lungen stört, und dadurch Ergießungen veranlaßt, welche den Zutritt der Luft hemmen. Allein eine solche Hepatisirung der Lungen tritt keineswegs immer ein, und wird

e. selbst in den meisten Fällen vermißt. e) Aus diesem Grunde verwirft Brachet jene Erklärung, und sucht die Ursache der den Zutritt der Luft hindernden Anfüllung der Luftröhrenzweige mit wässerigem Schleime darin, daß die Lungen nicht zum Husten gereizt würden, weil sie ihre Empfindlichkeit eingebüßt hätten,

wie er denn wirklich sah, daß die Dämpfe von Salzsäure oder in die Luftröhre gehängte Kügelchen nach Durchschneidung des Nerven keinen Husten mehr erregten; auch sollen die Thiere in solchem Zustande, selbst wenn man sie unter die Glocke einer Luftpumpe bringt oder ihren Kopf in Wasser steckt, keine Unruhe wie beim Erwürgen und keine Anstrengung Luft zu schöpfen zeigen. So hatte schon früher Brodie den tödlichen Erfolg der Durchschneidung davon abgeleitet, daß das Athmungsbedürfniß nicht gefühlt werde, und Arnold tritt dieser Meinung bei. Allein die gewöhnlich eintretenden Veränderungen der Athmungsbewegung (b) beweisen wohl ein Gefühl des Luftbedürfnisses; Brachet machte die obigen Beobachtungen nur an jungen Hunden, die erst 3 Tage alt waren, während die, welche 5 Tage alt waren, die gewöhnlichen Anstrengungen machten, und es ist sehr gesucht, wenn er diese daraus erklären will, daß die Athmungsmuskeln aus bloßer Gewohnheit ihre Thätigkeit auch ohne Empfindung des Athmungsbedürfnisses fortsetzten. f) Legallois sah nach Durchschneidung des untern Kehlkopfzweigs den Tod eben so schnell eintreten als nach Durchschneidung des ganzen Nervenstamms, leitete ihn also auch in letztrem Falle von einer Verengerung der Kehlritze her, und beobachtete wirklich an dem bloßgelegten Kehlkopfe eines Kaninchens, daß nach Durchschneidung des Nerven die Schnepfenknorpel sich einander näherten und nur eine enge Spalte zwischen sich ließen. Diese Ansicht wurde dadurch unterstützt, daß die Tracheotomie das Athmen freier macht, auch das Leben etwas zu verlängern scheint, und daß, wenn der Nerve unterhalb seines untern Kehlkopfzweigs durchschnitten wird, anfangs wenig oder gar keine Athmungsbeschwerden eintreten. Die Erscheinung selbst erklärte Magendie aus einem Gegensatze der Muskeln und ihrer Nerven: der obere Kehlkopfnerve soll sich nämlich an die Schnepfenmuskeln und Ringschildmuskeln, der untre hingegen an die Ring- und Schildschnepfenmuskeln verbreiten, also eine Erweiterung der Kehlritze, so wie jener eine Verengerung derselben bewirken; daher soll eine Durchschneidung des untern oder des Nervenstamms zwischen ihm und dem obern eine Lähmung der öffnenden und ein Über-

gewicht der schließenden Muskeln hervorbringen. Indeß zeigten Schlemm und Arnold, daß der untre Kehlkopfnerve, wie schon Portal (Nr. 405. IV. p. 207) bemerkt hatte, auch den die Kehlritze verengernden Schnepfenknorpeln Zweige giebt; dies wird auch von Reid (Nr. 423. 3. Serie. I. p. 211) bestätigt, mit dem Zusatze, daß nur der Ringschildmuskel Zweige vom obern Kehlkopfnerven erhält. Krimer will gesehen haben, daß die Kehlritze bei Reizung oder Unterbindung des obern Kehlkopfnerven sich weit öffnete, und nach seiner Durchschneidung sich schloß, und bei derselben Behandlung des untern umgekehrt sich verhielt. Es kann also überhaupt nur eine Lähmung der Stimmritzenmuskeln angenommen werden, die oftmahls eine Erweiterung zur Folge hat, wie denn Dupuy, Mayer, Leuret und Lassaigne fanden, daß nach Durchschneidung des Lungenmagennerven der aufgewürgte Speisebrei durch die Kehlritze in die Luftröhre kam. Endlich hat die Durchschneidung des untern Kehlkopfnerven auf beiden Seiten gewöhnlich nicht den Tod zur Folge, ja die anfangs verlorne Stimme kehrt nach einiger Zeit wieder, sei es nun, weil die durchschnittnen Nerven wieder verwachsen, oder die obern Kehlkopfnerven dieselbe Wirksamkeit erlangen, die sie zuvor in Gemeinschaft mit den untern ausübten. Legallois stellt übrigens selbst die Verschließung der Kehlritze nur als ein einzelnes Moment des Todes neben der Affection der Lungen auf, deren Gewebe nach seinen Beobachtungen schlaff und ohne Tonus ist.

g. g) Eine solche Lähmung dieser Organe ist unstreitig die wesentliche Ursache desselben. Den Lungen kommt vermöge der die Verzweigungen der Luftröhre bekleidenden Muskelfasern eine lebendige Bewegung zu, die in Verengerung der Luftwege besteht, und auf welche der Wille weniger Einfluß hat (§. 969. g). Der Lungenmagennerve bestimmt die unwillkührlichen Bewegungen der Speiseröhre (§. 957. e): auf gleiche Weise wird er auch zu den plastischen Muskelfasern der Lungen sich verhalten und die Activität derselben beim Ausathmen bestimmen, wie dies bereits von Bartels (Nr. 771. S. 82) erkannt worden ist. Nach seiner Durchschneidung werden die Lungen passiv, ziehen sich nicht selbst gehörig zusammen, sondern geben nur der durch das Nachlassen

der Einathmungsmuskeln und durch die Thätigkeit der Bauchmuskeln bewirkten Verengerung der Brusthöhle nach. Daher findet man sie nach dem Tode ungewöhnlich ausgedehnt, oder, wie Hallé und Pinel in ihrem Berichte über die von Dupuy angestellten Versuche es aussprechen, im Zustande der Einathmung. Da nun das Blut während des Einathmens stärker nach den Lungen strömt und länger in denselben verweilt (§. 766. a), so muß es auch hier, wo es bei dem unvollkommnen Ausathmen nicht kräftig genug in das Aortensystem getrieben wird (§. 766. c), eine passive Congestion bilden, in deren Folge (§. 843. d) eine übermäßige Secretion in den Luftwegen und selbst eine blutige Infiltration eintritt. Die wesentliche Ursache des Todes aber liegt darin, daß in den gelähmten Lungen die normale Umwandlung des Bluts aufhört: da nämlich die Luftröhrenverzweigungen sich nicht mehr durch ihre eigne Kraft zusammenziehen, so wird die zersetzte und mit der Kohlensäure des venösen Blutes überladene Luft nicht vollständig ausgestoßen, mithin kann auch frische Luft nicht in gehöriger Menge eintreten. Deshalb also, weil es nicht an Luft überhaupt, sondern an frischer, athembarer Luft mangelt, werden die Einathmungsbewegungen verstärkt, die übrigens, als am meisten unter der Herrschaft des Willens stehend, bei jeder Störung des Athmens vorzüglich zu Hülfe genommen werden. F) Von den übrigen Hirnnerven wirkt der Antlitznerve durch Erweiterung der Nasenlöcher und Herabziehen des Zungenbeins und Unterkiefers beim Einathmen mit, die kleine Portion des dreigetheilten Nerven durch Heraufziehen des Kiefers beim Ausathmen. Auch der Zungenfleischnerve trägt durch seine Wirkung auf die Muskeln des Zungenbeins und der Zunge zu den Athmungsbewegungen bei. G) Das verlängerte Mark ist der Centralpunct der Athmungsnerven, so daß bei seiner Zerstörung das Athmen sogleich aufhört, während dasselbe nach den Beobachtungen von Legallois, Treviranus, Flourens und Brachet noch eine Weile fortdauert, wenn die übrigen Theile des Gehirns weggenommen sind. H) Von einem Einflusse des sympathischen Nerven ist nichts bekannt; wenn Bichat ihn durchschnitt, oder Cooper ihn unterband, so wurde das Athmen nicht

F. G. H.

merklich gestört, und wenn er zugleich mit dem Lungenmagennerven durchschnitten ist, so erfolgt der Tod nicht früher, als wenn man letztern allein durchschnitten hat.

Der Chemismus des Athmens.

§. 972. Wir haben gehörigen Orts über die Secretionen der Lungen (§. 813. C. 816. C. 817. a. 818. A. C. 819. a. 820. D), so wie über deren Einsaugung von tropfbaren und dunstförmigen Flüssigkeiten (§. 899. C. D. 903. A) berichtet. Hier ist ihre Einsaugung von Gasen, d. h. das Athmen als eine zur Blutbildung unmittelbar durch Aufnahme neuer Stoffe mitwirkende Thätigkeit, zu betrachten. Was bei der Athmung vor sich geht, erkennen wir durch Vergleichung der ausgeathmeten Luft mit der eingeathmeten (§. 972) und des von den Athmungsorganen zurückkehrenden, dem Einflusse der Luft ausgesetzt gewesenen Blutes mit dem, welches diese Einwirkung noch nicht erfahren hat (§. 973). A) Beim Athmen von atmosphärischer Luft werden a) wie bereits (§. 840. a) bemerkt worden, gemeiniglich dem Gewichte nach eben so viel und etwas mehr Stoffe ausgestoßen als aufgenommen, dem Volumen nach aber mehr aufgenommen als ausgestoßen. In letztrer Hinsicht haben wir nur noch Einiges nachzutragen. Die ältern Physiker (Boyle, Mayow, Hales) fanden, daß die Luft beim Athmen 0,033 bis 0,071 ihres Volumens verliere, weil sie die ausgeathmete Luft mit Wasser in Berührung setzten, welches die in ihr enthaltene Kohlensäure absorbirte. Bei genauerer Untersuchung fand Davy (Nr. 636. II S. 100 fgg.), daß er bei einem gewöhnlichen Athemzuge von 13 Kubikzoll 0,3 Kubikzoll, also in der Minute durch 26 Athemzüge 7,8 Kubikzoll Luft weniger ausathmete, als er eingeathmet hatte; bei einem starken Athemzuge von 100 Kubikzoll verlor die Luft 1,3, und bei einem von 141 — 2 Kubikzoll. Dieser Verlust betrug nach Henderson (Nr. 584. XIX. S. 418 fgg.) in der Minute 5 bis 8, nach Allen und Pepys (Nr. 172. 1808. p. 253 sqq.) in 10 Versuchen in der Minute 0,19 bis 6,20, im Durchschnitte aber 2,87 Kubikzoll. Ein an-

derer Beobachter (Nr. 581. XVII. p. 193) giebt an, daß mit jedem Athemzuge die Luft 1½ Kubikzoll verloren habe, da die Blase mit 350 Kubikzoll Luft, welche 70mahl ein und ausgeathmet worden war, nach 24stündiger Aufbewahrung im Keller nur noch 250 Kubikzoll davon enthielt; allein diese Abnahme rührte unstreitig nicht allein von der Verdichtung der Luft durch die Kälte, sondern auch davon her, daß kohlensaures Gas durch die Wandungen der Blase entwichen war. Nach Despretz (Nr. 685. XXVI. p. 351 sqq.) verlor die Luft in der Minute durch das Athmen eines Hundes 0,27, einer Katze 0,20, eines Kaninchens 0,087, einer Eule 0,19, einer Taube 0,004 Kubikzoll. b) Die von den Athmungsorganen zurückkehrende Luft enthält weniger Sauerstoff als vor ihrem Zutritte zu denselben (§. 840. b). Diese Verminderung ihres Sauerstoffgehaltes beträgt bei einem Athemzuge des Menschen 3 bis 10 Procent; nach Abernethy (Nr. 556. S. 141) 1 und bei längerem Anhalten des Athems 2 Kubikzoll; nach Dalton 1½, nach Davy (a. a. O.) 1,2 oder 3,8, oder 5 Kubikzoll, je nachdem 13 oder 100 oder 141 Kubikzoll Luft eingeathmet war, aber nur 1,02 Kubikzoll, wenn dieselbe Luft (161 Kubikzoll) 19mahl ein= und ausgeathmet wurde; nach Allen und Pepys 1,4 Kubikzoll. Die Consumtion des Sauerstoffgases (den Kubikzoll zu 0,42075 Gran Gewicht gerechnet) binnen 24 Stunden beträgt nach den frühern Angaben von Lavoisier und Seguin (Nr. 173. 1789. p. 577) 41427 Kubikzoll = 17430 Gran, nach den spätern (ebd. 1790. p. 609) 38413 Kubikzoll = 16162 Gran; nach Davy 45504 Kubikzoll = 19145 Gran; nach Allen und Pepys 39600 Kubikzoll = 16661 Gran. Wenn auch bei den durch die Individualität und den momentanen Lebenszustand, so wie durch die Art des Experimentirens verursachten Verschiedenheiten die speciellen Angaben mehr oder weniger unsicher sind, so mögen doch zu einer ungefähren Schätzung die Resultate mehrerer Untersuchungen hier folgen, und zwar, damit die Vergleichung erleichtert werde, auf ein und dasselbe Maaß zurückgeführt, nämlich auf die Consumtion des Sauerstoffgases binnen einer Minute, nach Kubikzollen berechnet.

b.

	Kubikzoll.
1. Mensch.	
Henderson (Nr. 584. XIX. S. 418)	
a) dieselbe Luft (600 Kubikzoll) wiederholt geathmet	13
b) bei einem andern Versuche eben so . .	15,9
Nysten (Nr. 418. p. 190 sq.)	
a) bei einer Frau	13,4
b) bei einem Manne mit schmaler Brust	14,7
c) bei einem Manne mit breiter Brust .	16
Lavoisier und Seguin	
a) nach frühern Angaben	28,8
b) nach spätern Angaben	26,6
Allen und Pepys bei 19 Athemzügen zu 16 Kubikzoll	27
Dalton bei 20 Athemzügen zu 30 Kubikzoll	30
Davy — 26 — — — 13 —	31,6
2. Hunde.	
Despretz (Nr. 685. XXVI. p. 354 sq.)	
a) 5 jährige	3,42
b) 7 — 8 monatliche	2,27
Legallois (Nr. 419. II. p. 65)	
a) 1 — 2 monatliche	2,34
b) 1 — 2 monatliche	1,70
Edwards (Nr. 413. p. 644)	
a) 1 — 2 tägige, 2 Stunden lang eingesperrt	0,032
b) 5 Stunden lang eingesperrt	0,016
3. Katzen.	
Despretz (a. a. O. p. 356) 95 Minuten lang eingesperrt	1,71
Legallois (a. a. O. p. 64)	
a) 10410 Gran schwer, 180 Minuten lang	1,22
b) 12101 — — 180 — —	1,10
4. Kaninchen.	
Berthollet (Nr. 684. II. S. 461)	
a) 150 Minuten lang	1,55

	Kubikzoll.
b) 180 Minuten lang	1,17
c) 210 — —	1,11
d) 220 — —	0,97
e) 226 — —	1,25
Legallois (a. a. O. p. 63)	
a) 15550 Gran schwer 180 Minuten lang	0,85
b) 16371 — — 180 — —	0,94
c) dasselbe — — 180 — —	0,91
d) 19293 — — 190 — —	0,88
e) 30213 — — 180 — —	1,56
Desprez (a. a. O. p. 351)	
a) altes 96 Minuten lang	2,35
b) junges 125 — —	0,38
Collard de Martigny (Nr. 216. X. p. 153 sqq.) bei Einathmung freier Luft	
a) 9 Minuten lang	2,24
b) 11 — —	2,28
c) 11 — —	1,91
d) 12 — —	2,18
e) 12 — —	1,91
f) 13 — —	1,83
g) 14 — —	1,93
h) 15 — —	2,26
5. Meerschweinchen.	
Lavoisier und Seguin (Nr. 173. 1789. p. 572)	0,66—0,83
Berthollet (a. a. O.)	
a) 90 Minuten lang eingesperrt . . .	1,17
b) 210 — — — . . .	1,04
c) 240 — — — . . .	0,63
d) 240 — — — . . .	0,60
e) 270 — — — . . .	0,71
Legallois (a. a. O. p. 66)	
a) 6617 Gran schweres	0,54

	Kubikzoll.
b) 9967 Gran schweres	0,70
c) 10632 — —	0,73
Despretz (a. a. O. p. 353)	0,53
Edwards (a. a. O.)	
a) 97 Minuten lang eingesperrt	0,06
b) 103 — — —	0,05
c) 106 — — —	0,02
6. Murmelthiere. Saissy (Nr. 401. p. 19)	1,80
7. Igel ebd.	1,30
8. Haselmäuse ebd.	0,57
9. Fledermäuse ebd.	0,29
10. Hausmäuse. Schübler (Nr. 584. XXXIX. S. 328 fgg.)	
a) 220 Minuten lang eingesperrt	0,037
b) 240 — — —	0,032
c) 243 — — —	0,028
d) 246 — — —	0,030
11. Eulen. Despretz (a. a. O. p. 358)	1,71
12. Tauben (ebd. p. 357)	0,64
Allen und Pepys	0,50
13. Sperlinge. Edwards (a. a. O. p. 645)	
a)	0,038
b)	0,045
c)	0,056
d)	0,055
e)	0,052
14. Goldammern (ebd. p. 647)	0,047
15. Meisen. Schübler (a. a. O. S. 343)	0,056
Angaben über die Consumtion des Sauerstoffgases bei kaltblütigen und wirbellosen Thieren binnen einer Stunde.	
1. Schildkröten. Spallanzani (Nr. 635. I. p. 280)	0,163
2. Grüne Eidechsen. (Ebd. p. 289)	0,009

	Kubikzoll.
3. Ringelnattern. (Ebd. p. 198)	0,131
4. Salamander. (Ebd. p. 289)	0,013
5. Frösche.	
Humboldt und Provençal (Nr. 684. II. p. 389)	0,016
Edwards (a. a. O. p. 648)	
a) im Juni	0,052
b) im Juli	0,039
c) im October	0,026
6. Schleihen. Humboldt und Provençal (a. a. O.)	
7 im Wasser 8½ Stunden beisammen .	0,135
7 — — 6 — — .	0,148
3 — — 7½ — — .	0,202
3 — — 5¼ — — .	0,164
3 — — 5 — — .	0,386
2 — — 7 — — .	0,422
1 — — 17 — allein . .	0,411
1 in der Luft, im Durchschnitte . . .	0,027
7. Insecten. Treviranus (Nr. 186. IV. S. 1 fgg.)	
Biene	0,011 - 0,027
Steinhummel	0,026
Erdhummel	0,011
Fliege	0,004
Kohlraupe und Rübenschmetterling . .	0,016
Mars	0,026 - 0,031
Libelle	0,013 - 0,016
Laufkäfer	0,010
Goldkäferlarve	0,005
Maikäfer	0,001
8. Mollusken. Ebd.	
Wegschnecke	0,014 - 0,099
Gartenschnecke	0,014 - 0,020

9. Isopoden und Anneliden. Treviranus (Nr. 186. IV. S. 1 fgg.)	Kubikzoll.
Kellerassel	0,004
Pferdeegel	0,010
Regenwurm	0,004

— Was die Pflanzen betrifft, so wissen wir nur, daß die Menge des Sauerstoffs in der Atmosphäre für immer vermindert wird durch Zellenpflanzen, die nicht grün sind (mehrere Flechten, einige Algen, Schwämme), so wie bei den Gefäßpflanzen durch die Wurzeln, entblätterten Zweige, welkenden Blätter, Blüten, reifen Früchte und keimenden Samenkörner; daß sie aber im Dunkeln von allen Pflanzen ohne Ausnahme vermindert wird, und zwar mehr von jungen als von alten Blättern, mehr vom Laube der Bäume, als von Kräutern, am wenigsten von Nadelbäumen, Fett- und Sumpfpflanzen. c) Lavoisier hatte angenommen, daß das Stickgas der atmosphärischen Luft beim Athmen weder zu- noch abnehme, und die meisten Physiker folgten ihm hierin. Indeß beobachteten Einige eine Zunahme desselben (§. 819. a). Daß es aber abnehme, glaubte schon Priestley aus seinen Versuchen schließen zu dürfen. Abernethy (Nr. 556. S. 142) fand, daß die ausgeathmete Luft nur 0,725 Stickgas enthielt, also 0,075 durch das Athmen verloren habe, meinte aber gleichwohl, dies nicht als wirklich annehmen zu dürfen. In den von Henderson (a. a. O.) angestellten Versuchen nahm bei 4 Minuten lang fortgesetztem Athmen der Stickstoffgehalt der Luft von 468 Kubikzoll um 12 bis 18 Kubikzoll, also in der Minute um 3 bis 4,4 Kubikzoll ab. Pfaff beobachtete eine ähnliche Abnahme. Nach Davy (a. a. O.) geht der Luft bei einem Athemzuge von 13 Kubikzoll 0,2 Kubikzoll an Stickgas verloren, mithin in der Minute bei 26 Athemzügen 5,2 Kubikzoll; beim Einathmen von 100 Kubikzoll Luft betrug der Verlust an Stickgas 1,3 Kubikzoll, und beim Einathmen von 141 Kubikzoll 2 Kubikzoll. Allen und Pepys fanden, daß das Stickgas sowohl in der eingeathmeten als auch in der ausgeathmeten Luft 0,79 betrug; da aber letztre durch ein 11 Minuten dauerndes Athmen

ungeachtet des Zutritts von Kohlensäure an Volumen eingebüßt hatte, so war das Stickgas absolut genommen um 17 Kubikzoll vermindert worden; eben so war dessen Menge in einem andern Falle, wo binnen 24 Minuten 37 Secunden 9890 Kubikzoll ein= und 9872 Kubikzoll ausgeathmet worden, relativ dieselbe geblieben (0,79), absolut aber um 14 Kubikzoll, also in der Minute um 0,57 Kubikzoll vermindert. Humboldt und Provençal beobachteten eine Abnahme des Stickgases bei dem Athmen von Fischen, aber nicht bei dem von Fröschen; Hermann (Nr. 584. CVIII. S. 293) bemerkte sie beim Athmen von Vögeln. Spallanzani (Nr. 467. p. 88. 158 sqq.) erkannte auch hier, was erst später von Andern eingesehen wurde (§. 819. a), daß nämlich eine Consumtion von Stickgas nur zuweilen vorkommt, also nicht wesentlich zum Athmen gehört, während letztres mit einer Consumtion von Sauerstoffgas für immer verbunden ist. B) Auch andre reine oder gemischte Gasarten erleiden beim Athmen einen Verlust. d) Davy (a. a. O. S. 107 fgg.) athmete ein Gemenge von 78 Kubikzoll Sauerstoffgas und 24 Kubikzoll Stickgas ½ Minute lang in 7 sehr tiefen und langen Zügen, und fand in der ausgeathmeten Luft 24,7 Kubikzoll weniger, nahm aber der Analogie nach an, daß 13,3 Kubikzoll davon noch in den Luftwegen vorhanden, mithin nur 11,4 Kubikzoll, also weniger Sauerstoffgas als beim Athmen atmosphärischer Luft wirklich verloren gegangen sei. Durch ein 2 Minuten langes Athmen von 29 Kubikzoll Stickgas und 133 Kubikzoll Sauerstoffgas waren von letztrem nach derselben Berechnung 57 Kubikzoll wirklich verloren gegangen, während in derselben Zeit 63 Kubikzoll davon beim Athmen atmosphärischer Luft verschwindet. Indeß wird jene Annahme durch die Wirkungen eines länger fortgesetzten Athmens widerlegt. Allen und Pepys (Nr. 172. 1808. p. 267) ließen einen Menschen 9⅓ Minute lang in ungefähr 184 Athemzügen ein Gemenge von 3179 Kubikzoll Sauerstoffgas und 81 Kubikzoll Stickgas einziehen, und fanden, daß die ausgeathmete Luft 529 Kubikzoll Sauerstoffgas weniger enthielt, also in der Minute 56 Kubikzoll davon verloren war. Bei einem andern Versuche, wo die eingeathmete Luft aus 3334,5

B.
d.

Kubikzoll Sauerstoffgas und 85,5 Kubikzoll Stickgas bestand, waren binnen 7 Minuten 25 Secunden 632,38 Kubikzoll, also in der Minute 84 Kubikzoll Sauerstoffgas verschwunden. Bei weitern Versuchen (ebd. 1809. p. 415. 418) hatte ein Gemenge von 962,6 Kubikzoll Sauerstoffgas und 97,4 Kubikzoll Stickgas, nachdem es 72 Minuten lang von einem Meerschweinchen geathmet worden war, 160,85 Kubikzoll, also in der Minute 2,23 Kubikzoll Sauerstoffgas verloren, bei einem kleinern Meerschweinchen und in einer geringern Menge Gas betrug der Verlust in der Minute 1,62 Kubikzoll. Nach Lavoisier (Nr. 173. 1780. p. 401) verlor ein ähnliches Gemenge beim Athmen eines Meerschweinchens in der Minute nur 0,64 Sauerstoffgas. Die weitern Versuche von Allen und Pepys mit Tauben (Nr. 172. 1829. p. 280 sqq.) ergaben, daß ein Gemenge von 245,59 Kubikzoll Sauerstoffgas und 61,41 Kubikzoll Stickgas binnen 72 Minuten 49,89, also in der Minute 0,69 Kubikzoll Sauerstoffgas verloren hatte. Nysten (Nr. 418. p. 218 sqq.) ließ einen kleinen 6½ Pfund schweren Hund, nachdem er ihm zuvor die Luft aus den Lungen gepumpt hatte, ein Gemenge von 48,8 Kubikzoll Sauerstoffgas und 14,6 Kubikzoll Stickgas athmen, und fand, daß erstres in einer halben Stunde um 43, also in der Minute um 1,43 Kubikzoll abgenommen hatte. Bei einem ähnlichen Hunde, den er nach Entleerung der Lungen 56,27 Kubikzoll Sauerstoffgas mit 1,74 Kubikzoll Stickgas hatte athmen lassen, fand er in der ausgeathmeten, so wie aus den Lungen ausgepumpten Luft schon nach 12 Minuten 53,8 Kubikzoll Sauerstoffgas weniger, so daß also in der Minute 4,49 Kubikzoll verschwunden war. e) Bei einem kleinen Hunde, der nach Auspumpen der Lungen 58 Kubikzoll Stickgas geathmet hatte, waren von diesem nach 3½ Minute 20,7, also in der Minute 5,9 Kubikzoll verloren. f) Davy (a. a. O. S. 64 fg.) athmete eine halbe Stunde lang in 7 Athemzügen 100 Kubikzoll oxydirtes Stickgas mit 2 Kubikzoll atmosphärischer Luft, und fand in der ausgeathmeten Luft von erstrem 71 Kubikzoll weniger; beim Athmen eines Gemenges von 179,5 Kubikzoll oxydirten Stickgases und 2,5 Kubikzoll atmosphärischer Luft, waren von erstrem nach

40 Secunden 90,75 Kubikzoll verschwunden; da er die in den Lungen zurückgebliebene Luft mit in Anschlag bringt, so setzt er (ebd. S. 83) den Verlust in erstrem Falle auf 56,3, und im zweiten auf 71,4 Kubikzoll, und nimmt ihn (ebd. S. 97) im Durchschnitte auf 120 Kubikzoll in der Minute an. g) Er athmete ferner (ebd. S. 72 fgg.) 102 Kubikzoll Wasserstoffgas durch 7 schnelle Züge in etwas weniger als ½ Minute, und fand in der ausgeathmeten Luft 24 Kubikzoll von diesem Gase weniger; bei 6 Athemzügen in derselben Zeit gingen von 182 Kubikzoll 28,4 Kubikzoll verloren, aber von 141 Kubikzoll schon bei 2 tiefen Zügen 25,4 Kubikzoll. Nach Allen und Pepys (a. a. O. 1829. p. 284) war bei einer Taube, die ein Gemenge von 51 Kubikzoll Stickgas, eben so viel Sauerstoffgas und 147 Kubikzoll Wasserstoffgas 26 Minuten lang geathmet hatte, von letztrem 35 Kubikzoll verschwunden. Von 58,9 Kubikzoll Wasserstoffgas, welche Nysten (a. a. O. p. 225) von einem kleinen Hunde nach Entleerung seiner Lungen hatte athmen lassen, waren nach 3½ Minuten 53,7 Kubikzoll verschwunden. h) So fand er auch (ebd. p. 224), daß selbst die Quantität des kohlensaures Gases beim Athmen abnimmt.

g.

h.

§. 973. A) Die unmittelbare Wirkung des Athmens ist verschiedentlich gedeutet worden, je nachdem man das Leben aus diesem oder jenem Gesichtspuncte betrachtete. a) Die Jatromathematiker erkannten nur eine mechanische Veränderung der Luft und des Blutes an, leugneten daher auch gleich einigen andern Physiologen eine wesentliche Differenz des arteriösen und venösen Blutes (§. 752. a). Das geringere Volumen der ausgeathmeten Luft erklärten sie aus der Abnahme ihrer Elasticität. Durch sie sollte das Blut nach Helvetius verdichtet, nach Baglivi verdünnt werden. Da es nach den Berechnungen von Hales in den Lungen 5mahl schneller als in andern Theilen strömen sollte, so nahm man hier eine gleichförmigere Mengung seiner heterogenen Bestandtheile an. Man glaubte, es werde durch die Elasticität der ihm beigemengten Luft in Bewegung gesetzt (Nr. 95. III. p. 331 sq.), und wiewohl schon längst dagegen eingewendet wurde, daß die Luft im Blute nicht frei, sondern aufge-

A.

a.

löst ist (ebd. p. 336), so ist diese Meinung doch noch in neuerer Zeit von Lau (Nr. 773. S. 22—29) wieder aufgestellt worden. Nach ihm soll die Luft beim Ausathmen durch die Zusammenziehung der Lungen in offne Mündungen der Gefäße gepreßt werden, dem Blute sich beimengen, dasselbe verdünnen, so daß seine Farbe heller wird, und ihm durch seine Elasticität die Ausdehnung geben, vermöge deren es die Bewegung des Herzens und
b. überhaupt das Leben unterhält. b) Harvey, Hales und Haller erkannten, daß das Blut durch die Athmung von schädlichen Bestandtheilen befreit wird. Aber schon seit Demokrit nahm man an, daß es auch etwas zum Leben Nothwendiges aus der Luft empfange, und bezeichnete dasselbe als Seelenkraft oder Lebensgeist oder Pneuma. Erst im 17. Jahrhunderte wurde durch Helmonts Entdeckung verschiedner Luftarten der erste Grund zur chemischen Kenntniß der Atmosphäre gelegt; und in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts begann in England die Erkenntniß der das Athmen begleitenden Mischungsveränderungen, indem zuerst Bathurst den Sauerstoff der Atmosphäre unter dem Namen der Salpeterluft kennen lehrte, Mayow dann zeigte, daß dieser das Verbrennen verursachende Stoff beim Athmen in das Blut übergehe, um als Lebensgeist zu wirken, und Lower darthat, daß die hellrothe Farbe des Blutes von solcher Einwirkung der Luft herrühre. Aber die mechanische Ansicht des Lebens, welche jetzt die Herrschaft erlangte, ließ ganzer hundert Jahre hindurch diese Entdeckungen nicht geltend werden. Erst in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts wurden Lowers Beobachtungen durch Cigna bestätigt; Scheele und Priestley erkannten die Bestandtheile der Atmosphäre, und Letztrer erwies, daß das Athmen, gleich dem Verbrennen der Körper und dem Verkalken der Metalle, auf der Aufnahme der dephlogistisirten Luft beruhe. Lavoisier aber führte diese Lehre weiter durch und befestigte sie
c. im Zusammenhange mit einem umfassenden Systeme. c) Einige Physiologen stellten der chemischen Ansicht eine rein dynamische entgegen. Walther (Nr. 99. II. S. 139—151) behauptete, da sowohl die Blutgefäße als auch die Luftcanäle geschlossen seien, so finde kein materieller Übergang Statt, sondern nur eine Ver-

änderung der innern Verhältnisse, wodurch das Blut sauerstoffig und die Luft entsäuert werde, indem die Lunge mit einer ihr durch Entelechie einwohnenden Kraft die atmosphärische Luft zerlege. Bestimmter sprach Wilbrand eine ähnliche Meinung aus, und, ihm folgend, behauptete Brandis (Nr. 407. S. 320 fg.), Luft und Blut änderten ihr Polaritätsverhältniß, und erführen dadurch auch eine Veränderung ihrer Mischung, ohne ponderabeln Stoff von einander zu empfangen oder einander mitzutheilen. Wilbrand (Nr. 772. S. 11 fgg. 22 fgg.) lehrte endlich, es gebe gar keinen Sauerstoff und Kohlenstoff, denn man könne sie nicht sehen; dagegen sei die Lichtnatur der Elemente eine Thatsache, da man beim Verbrennen das Licht sehe, und das Athmen bestehe darin, daß dem Organismus die den Elementen inwohnende Lichtnatur und dadurch innre Belebung mitgetheilt werde. B) Daß aber weder die mechanische, noch die rein dynamische Theorie hier genügt, sondern ein wirklicher Stoffwechsel Statt findet, geht daraus hervor, daß das Blut eben so wohl als die Luft eine Mischungsveränderung beim Athmen erfährt. d) Zunächst wissen wir, daß das Blut Luft enthält (§. 683. b): wenn man z. B. ein Glas mit eben aus der Ader fließendem Blute bis zur Mündung füllt und hermetisch verschließt, so steigen nach Schultz (Nr. 765. S. 58) aus dem beim Erkalten sich zusammenziehenden Blute sogleich Luftblasen in den dadurch entstandnen leeren Raum auf. Die Secretion von Luft (§. 817) spricht ebenfalls dafür, und bei manchen Amphibien sieht man selbst Luftblasen mit dem Blute umlaufen (Nr. 158. S. 71). Nach den Beobachtungen von Magnus (Nr. 584. CXVI. S. 600) kann man aus dem Blute im Durchschnitte 0,10, bisweilen 0,12 seines Volumens Luft ausziehen, und es bleibt dann immer noch welche in ihm zurück. e) Eben so gewiß ist es, daß das Blut in unmittelbarer Berührung mit der Luft etwas davon einsaugt (§. 678. a), nicht nur außerhalb des Körpers, sondern auch bei der Infusion (§. 744. A), wo die in kleinen Quantitäten eingespritzten Gasarten schnell im Blute sich auflösen (Nr. 418. p. 160). Wird das aus der Ader gelaßne Blut mit irgend einer Luftart in Berührung gebracht, so ändern

B.

d.

e.

sich beide eben so wie beim Athmen (§. 974. A); atmosphärische Luft, in das Blut eines lebenden Thiers gesprützt, erleidet innerhalb des Gefäßsystems dieselben Veränderungen, wie in den Athmungsorganen, die in einem solchen Falle im rechten Herzen angesammelte Luft bestand nach Nysten (Nr. 418. p. 15 sq.) aus 0,83 Stickgas, 0,06 Sauerstoffgas und 0,11 kohlensaurem Gas; und so bringt auch jede Gasart, die beim Athmen den Organismus auf eigenthümliche Weise afficirt, die gleiche Wirkung hervor, wenn sie durch Infusion unmittelbar in den Kreislauf gebracht wird (ebd. p. 153). f) Es war eben so irrig gegenseitige Mündungen der Luftröhrenzweige und der Blutgefäße für den Stoffwechsel anzunehmen, als letztern deshalb zu leugnen, weil ein solcher offner Zusammenhang nicht existirt. Die Zweige der Lungenarterie folgen den Verzweigungen der Luftröhre bis zu deren blinden Enden oder den Lungenbläschen, zertheilen sich an jedem derselben in mehrere Reiser, die sich auf ihm ausbreiten, daselbst ein Netz bilden, und auf der andern Seite in die weiter nach außen liegenden Venen übergehen (Nr. 766); sie haben einen Durchmesser von 0,002 bis 0,003, bisweilen selbst nur von 0,001 Linie, während der Durchmesser der Bläschen 0,125 Linie, und der ihrer Wandung 0,005 bis 0,010 Linie beträgt (Nr. 597. I. S. 474). Bei gleicher Zartheit der Wandung der dicht an ihnen angelagerten Haargefäße ist eine Durchdringung derselben sehr leicht: Injectionen gehen ohne Extravasat aus den Lungenarterien bald in die Lungenvenen, bald in die Luftröhrenreiser über, erstres besonders bei ganz frischen, letztres bei Lungen, die schon länger gelegen haben, wo jedoch ohne Zerreißung nur die farblose Flüssigkeit übergeht und das beigesetzte Pigment zurückbleibt (Nr. 766). So sind auch die Lungen häufig der Blutung unterworfen, sei es nun durch Zerreißung oder durch Durchschwitzung. Übrigens vermuthete, wie schon Abernethy zum Theil, Chaussier (Nr. 616. p. 70) überhaupt, daß Luft oder Sauerstoffgas derselben von den Lymphgefäßen der Lungen aufgenommen, im Brustſtamme mit dem Chylus und der Lymphe gemischt, und dann erst in den Lungen mit dem Blute inniger verbunden werde; da aber das Blut beim Durchgange durch die

athmenden Lungen augenblicklich seine Farbe eben so ändert (§. 974. b), wie bei unmittelbarer Berührung von Luft (§. 974. A), so ist kein Grund vorhanden, einen solchen Umweg durch das Lymphsystem anzunehmen. g) Die Gase dringen durch organische Substanzen in einer durch ihr gegenseitiges Verhältniß bestimmten Proportion hindurch: so bemerkte Sömmerring (Nr. 176. III. S. 287), daß Federharz Wasserstoffgas, aber keine atmosphärische Luft durchläßt. Thierische Substanz zeigt sich besonders durchdringbar, aber in verschiednem Maaße: Roggers (Nr. 792. II. S. 199) beobachtete, daß kohlensaures Gas durch Lebersubstanz durchdrang, reichlicher durch das Bauchfell, noch mehr durch die äußre Haut, am meisten durch Schleimhaut. Das auf solche Weise von der äußern Luft getrennte Blut ändert sich eben so, wie bei unmittelbarer Berührung derselben. Da nun das Verschwinden von Emphysem im Zellgewebe unter der Haut das leichte Vonstattengehen der Einsaugung von Luft ohne offne Mündungen darthut (Nr. 505. S. 122), so ist kein Zweifel, daß auch beim Athmen, wie bei andern Hergängen des Lebens (§. 877. 904) eine Durchdringung der Wandungen Statt findet. Wenn Bichat (Nr. 559. p. 302) einem Hunde sehr viel Luft in die Lungen sprützte und dann die Luftröhre verschloß, so sah er den Tod unter denselben Symptomen wie bei unmittelbarem Eindringen einer großen Menge Luft in das Blut erfolgen, und fand das Blut überall schaumig und mit Luftblasen gemengt; indessen konnte in diesen und ähnlichen von Legallois beobachteten Fällen auch eine Zerreißung eingetreten sein. h) Schon Priestley erkannte, daß die Wechselwirkung von Luft und Blut weder durch eine angefeuchtete Blase, noch auch durch eine über letztrem stehende Schicht Serum gehindert wurde; nur wenn diese Schicht mehrere Zoll hoch ist, hört nach Rayer und Young (Nr. 576. VIII. p. 544) die Wechselwirkung auf. Mit Löschpapier abgetrockneter Blutkuchen röthet sich an der Luft weniger als feuchter (ebd. p. 545); und so scheint denn die Anfeuchtung der Luftröhrenzweige durch ihre wässerige Ausdünstung (§. 816. C), wie auch ein gewisser Grad von Feuchtigkeit der Luft für das Athmen von Bedeutung zu sein, da auch die Endosmose von

Gasen durch Feuchtigkeit begünstigt wird. Auch bei niedern Thieren sind die Athmungsorgane immer feucht. Dies gilt von der Haut der Frösche und mancher Anneliden, inwiefern sie Luft athmet. Bei den Insecten geschieht die Athmung, da sie meist in trockner Luft leben, nicht an der Oberfläche, sondern innerhalb der immer feuchten Luftröhren (Nr. 573. p. 315). Die Kiemen der Crustaceen sind bedeckt, so daß sie nicht leicht austrocknen, und geschieht dies, so sterben sie; manche Landkrabben haben nach Audouin und Milne Edwards verschiedne Organe, um Wasser aufzunehmen und zu Befeuchtung der Kiemen zurückzubehalten. Fische können Luft athmen, und sterben in derselben, wenn ihre Kiemen trocken werden (Nr. 413. p. 118). So hört selbst das Athmen der Pflanzen in ganz trockner Luft auf.

A. §. 974. A) Daß das Blut durch Einwirkung der atmosphärischen Luft heller geröthet wird, hatte zuerst Lower gefunden, und daß die Luft dabei eben so wie beim Athmen Sauerstoff einbüße, war die Entdeckung Priestleys, welche, vielfältig bestätigt, allgemeine Anerkennung erhielt. Einer frühern Behauptung, daß die hellere Röthung des Blutes an seiner Oberfläche bloß von der specifischen Schwere seiner farbigen Theile herrühre, hatte Hewson die Erfahrung entgegengesetzt, daß, wenn an einem Thiere die Halsvene unterbunden und in die untre Abtheilung Luft zum Blute zugelassen wurde, dieses hellroth sich färbte, während das in der obern Abtheilung dunkel blieb. So hat in neuerer Zeit J. Davy dadurch, daß er die Veränderung der Blutfarbe ebenfalls aus bloß mechanischen Verhältnissen erklären wollte (§. 752. a), eine noch festere Begründung der Priestleyschen Lehre veranlaßt. Denn Christison (N. 423. XXVII. p. 241) überzeugte sich, daß venöses Blut die arteriöse Farbe annahm, wenn es mit atmosphärischer Luft geschüttelt wurde, mit Wasserstoffgas hingegen dunkel blieb, und daß, wenn er 10 Kubikzoll Blut, aus welchem der Faserstoff ausgeschieden war, mit atmosphärischer Luft schüttelte, diese dabei 0,32 bis 1,42 Kubikzoll ihres Sauerstoffs verlor. Hatte Hoffmann (Nr. 423. 2. Série. IV. p. 666) das Venenblut auf diese Weise hell geröthet, so wurde es von durchströmendem kohlensaurem Gase binnen einigen Secunden

wieder dunkel, und bei wiederholtem Schütteln mit atmosphärischer Luft von Neuem hell. — Die Veränderungen der sinnlichen Eigenschaften des Blutes in verschiednen Gasen sind bereits (§. 674. a) erwähnt. Hier bemerken wir nur, daß diese Gase dabei zum Theil selbst einen Verlust erleiden. Reines Sauerstoffgas, in welches Christison 10 Kubikzoll Blut gebracht hatte, verlor 0,57 bis 1,4 Kubikzoll. Einige Verminderung des Volumens erlitt in Berührung mit Blut nach Davy (Nr. 636. II. S. 47 fgg. 51) kohlensaures Gas, Kohlenwasserstoffgas und oxydirtes Stickgas. B) In den Lungen selbst zeigen sich die gleichen Wirkungen. a) Durch künstliches Athmen (§. 765. g) wird das dunkle Blut todter Thiere in den Lungen hell gefärbt, und der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre vermindert: Sauerstoffgas, welches Brodie (Nr. 184. XII. S. 210 fg.) auf solche Weise Kaninchen in die Lungen trieb, verlor binnen 30 bis 35 Minuten 25 bis 27 Kubikzoll. b) Die Abhängigkeit der hellen Röthung des arteriösen Bluts vom stets erneuten Zutritte sauerstoffhaltiger Luft in die Lungen ist durch vielfältige Experimente erwiesen. Wenn z. B. Emmert (ebd. V. S. 406 fgg.) lebenden Kaninchen die Brusthöhle öffnete, so daß die Lungen zusammenfielen, so blieb das Blut auch in den Arterien dunkel; trieb er durch Zusammenpressen der Brust die Luft aus den Lungen, so erschien die Carotis nach 32 Secunden etwas und 30 Secunden später ganz dunkel; unterband er die Luftröhre, nachdem er die Lungen mittels eines Blasebalgs gefüllt hatte, so wurde die Carotis nach 15 Secunden etwas dunkel, und nach 45 Secunden beinahe schwarz, erhielt aber, als nun frische Luft eingetrieben wurde, nach 23 Secunden eine hellere, und nach 45 Secunden wieder ganz ihre natürliche Farbe. Bichat (Nr. 559. p. 256 sq.) durchschnitt an Hunden die Luftröhre und eine Arterie, und befestigte Hähne an beiden: schloß er den Hahn an der Luftröhre sogleich nach einer Einathmung, so fing das Arterienblut nach 30 Secunden an dunkel zu werden, und war nach 60 bis 90 Secunden ganz venös; dies erfolgte einige Secunden früher, wenn im Augenblicke nach einer Ausathmung die Luftröhre geschlossen worden war; zog er mit einer Sprütze die Luft

aus den Lungen, so wurde das Blut schon nach 20 Secunden schwarz, und zwar nicht allmählig, sondern jähling; hatte er dagegen mehr Luft als bei einer gewöhnlichen Einathmung in die Lungen getrieben, so fing das Arterienblut erst nach einer Minute an dunkler zu werden, und wurde viel später ganz venös; öffnete er nach einigen Minuten die Luftröhre wieder, so folgte fast unmittelbar auf eine schwarze Blutwelle eine rothe, und nach höchstens 30 Secunden hatte das Blut der Arterien seine natürliche Farbe wieder; ließ er die Luft nur durch eine kleine Ritze eindringen, so erfolgte die Röthung eben so schnell, war jedoch nicht so lebhaft. So sah auch Brachet (Nr. 805. S. 127) an einer Katze das Blut der Carotis 2 Minuten nach Durchschneidung des Lungenmagennerven schwarz werden, bei der Tracheotomie wieder sich röthen, und so abwechselnd eine verschiedne Farbe annehmen, je nachdem die Luftröhre geöffnet oder geschlossen wurde. — Hatte Bichat (a. a. O. p. 266) einem Thiere ein Stück Darm aus der Bauchhöhle gezogen, geöffnet und umgekehrt, so sah er 4 bis 5 Minuten nach Verschließung der Luftröhre dunkelbraune Flecke daran erscheinen; Ähnliches beobachtete er an dem Bauchfelle, so wie am Gewebe der Nieren, der Muskeln, Nerven und Granulationen. Bei erstickten Menschen ist das Gesicht und die Zunge sammt den Lippen gewöhnlich blauroth, die innre Fläche von Magen und Darm ist dunkler als gewöhnlich, und die Lungen sind dunkelblau. — Übrigens bemerkte Bichat (a. a. O. p. 345), daß auch, wenn bei chirurgischen Operationen eine Störung des Athmens eintritt, das ausfließende Blut eine dunklere Farbe annimmt.

c. c) Der Farbenunterschied des Bluts im Aortensysteme von dem im Hohlvenensysteme ist überall geringer, wo nicht die ganze Blutmasse in den Athmungsorganen mit der Atmosphäre in freie Wechselwirkung tritt. So ist er kaum bemerklich beim Embryo (§. 467. k); bei Amphibien und Fischen geringer als bei warmblütigen Thieren; bei Cetaceen und Tauchervögeln geringer als bei den nur auf dem Lande lebenden Säugethieren und Vögeln. Beim Menschen entsteht Blausucht durch irgend ein Hinderniß der vollkommnen Wechselwirkung des Bluts mit der Luft, insbesondre durch Bildungsfehler, welche entweder

das Blut von den Lungen abhalten, z. B. Enge oder Verschließung der Lungenarterie, oder eine Beimischung von venösem Blute zum arteriösen bewirken, z. B. Offenbleiben des eirunden Lochs oder des Botallischen Ganges. C) Da nun das venöse Blut außerhalb des Körpers in der Luft die arteriöse Farbe annimmt und dabei der Sauerstoffgehalt der Luft sich vermindert (A); da ferner beim Athmen derselbe Farbenwechsel vor sich geht und durch das Dasein von Sauerstoffgas bedingt wird (B); da hierbei auch der Sauerstoffgehalt der Luft abnimmt (§. 972. b); da endlich das Blut überhaupt Gase einsaugt (§. 973. e): so ist wohl kaum ein Zweifel dagegen zu erheben, daß das Blut beim Athmen Sauerstoff in sich aufnimmt und dadurch arteriös wird. Die volle Bestätigung hiervon durch directe Beweise ist aber erst in der neuesten Zeit erlangt worden. d) Magnus (Nr. 584. CXVI. S. 599) zog mittels der Luftpumpe kohlensaures Gas, Stickgas und Sauerstoffgas aus dem Blute von Pferden und Rindern, und zwar im Durchschnitte aus 10000 Raumtheilen von C. d.

		bestehend aus		
	Luft	Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff
venösem Pferdeblute	794	547=0,6889	128=0,1613	119=0,1498
arteriösem Pferdeblute	1051	702=0,6679	250=0,2378	99=0,0943
venösem Kalbsblute	716	556=0,7765	95=0,1326	65=0,0909
arteriösem Kalbsblute	1163	703=0,6045	279=0,2398	180=0,1557

Damit stimmen frühere Beobachtungen von Home (Nr. 165. V. p. 124) überein, nach welchen 4 Unzen venöses Blut 150 Gran Luft mit 12½ Gran kohlensaurem Gase, eben so viel arteriöses Blut aber 255 Gran Luft mit 10⅕ Gran kohlensaurem Gase gab. Enschut (Nr. 774. p. 85) fand in der aus dem Blute entbundnen Luft zwar kein Sauerstoffgas, erhielt (ebd. p. 115. 144) aber aus 40 Kubikzoll venösem Blute 1,5, aus

arteriösem nur 0,7 Kubikzoll kohlensaures Gas. Bischoff (Nr. 775. p. 11 sq.) erhielt unter der Glocke der Luftpumpe kohlensaures Gas aus venösem, aber nicht aus arteriösem Blute. Da außerdem die schon früher (§. 875. i. 6) angeführten Erfahrungen Gleiches gelehrt haben, so konnte es nur auf einem zufälligen Umstande beruhen, daß van Maak (Nr. 801. IX. S. 348) aus dem Venenblute wenig oder gar keine Kohlensäure entwickeln konnte. e) Hoffmann (Nr. 196. XXXVIII. S. 252) fing das aus den Adern fließende Blut in einem Gefäße mit Wasserstoffgas auf: beim Schütteln entwickelte sich aus venösem Blute kohlensaures Gas, aus arteriösem Sauerstoffgas. Bischoff (a. a. O. p. 17 sqq.) erhielt gleiche Resultate, wenn er Wasserstoffgas durch die eine oder die andre Art von Blut strömen ließ. Enschut (a. a. O. p. 115) zog durch Wasserstoffgas oder Stickgas mehr als noch einmahl so viel Kohlensäure aus venösem, als aus arteriösem Blute. f) Nach H. Davy läßt sich durch die Hitze Sauerstoffgas aus arteriösem Blute entwickeln. Enschut (a. a. O. p. 99. 142) fand, daß bei einer Temperatur von 56° R. das venöse Blut 0,050 bis 0,100, das arteriöse nur 0,025 bis 0,066 kohlensaures Gas gab. g) Die (§. 878. c) angegebenen Resultate der Elementaranalyse beider Blutarten stimmen mit dem Allen überein; eben so auch Mulders (Nr. 584. CXVI. S. 253) Analyse des Faserstoffs aus

	venösem	arteriösem Blute:
Kohlenstoff	53,476	53,019
Wasserstoff	6,952	6,828
Stickstoff	15,291	15,462
Sauerstoff	24,281	24,691

D. h. D) Über die Verwandlung des Sauerstoffgases hatten h) Seguin und Lavoisier (Nr. 173. 1790. p. 606 sqq.) erklärt, es sei zwar nicht erwiesen, aber als wahrscheinlich vor der Hand vorauszusetzen, daß die Kohlensäure durch Verbrennung in den Lungen entstehe, indem der Sauerstoff der Atmosphäre sich mit dem Kohlenstoffe der in den Luftröhrenzweigen secernirten Flüssigkeiten verbinde. Gleichwohl wurde diese Voraussetzung von vielen Physiologen und Chemikern, z. B. Prout (Nr. 208. XXVIII. S. 235)

als Erfahrungssatz angenommen. Dagegen sind bereits (§. 875. i) die Gründe aufgestellt worden, welche beweisen, daß die Kohlensäure schon im Venenblute enthalten ist und in den Lungen nur secernirt wird. Zu den (§. 841. f. h) angeführten Beobachtungen, nach welchen auch beim Einathmen von Wasserstoffgas oder Stickgas Kohlensäure ausgeathmet wird, sind noch die von Müller und Bergemann (Nr. 673. I. S. 322 fgg.) angestellten gekommen; eben so ist nach Obigem (d. e. f) aus dem Blute außerhalb des Körpers ohne Zutritt von Sauerstoff kohlensaures Gas entbunden, und im arteriösen Blute eine größre Menge Sauerstoff als im venösen nachgewiesen worden. Eine vorzügliche Schwierigkeit für die Annahme einer Secretion von Kohlensäure findet Müller darin, daß in der Minute 15 bis 22 Kubikzoll kohlensaures Gas ausgeathmet wird, da doch in dieser Zeit nur 5 Pfund Blut durch die Lungen gehen, und darin nicht so viel Kohlensäure enthalten sein könne. Man kann aber aus dem Blute außerhalb des Körpers nicht alles Gas ausziehen, daher auch nicht die darin vorhandene Menge desselben genau bestimmen. Sodann hat Magnus (a. a. O. S. 588) aus 1 Kubikzoll Blut binnen 24 Stunden 0,37 Kubikzoll kohlensaures Gas erhalten; nehmen wir nun an, daß 1 Pfund Blut (bei einer specifischen Schwere von 1056) über 24 Kubikzoll Raum einnimmt, so würden hiernach 5 Pfund Blut 44 Kubikzoll kohlensaures Gas enthalten. i) Der Sauerstoff tritt also in das Blut, und wird hier nicht verwendet, Essigsäure zu bilden, welche sich mit dem Natrum verbinden und die mit demselben verbundne Kohlensäure frei machen soll, wie Tiedemann, Gmelin und Mitscherlich (Nr. 186. V. S. 3 fgg.) annahmen, noch auch, wie Pfaff und van Maak meinen, durch seinen Zutritt zum Cruor die in diesem enthaltne Kohlensäure zu entbinden, — denn die Entwicklung dieser Säure ohne Einwirkung von Sauerstoff spricht dagegen. Daß, wie Lagrange vermuthete, der aufgenommne Sauerstoff während des Kreislaufs mit dem Kohlenstoffe des Bluts zu Kohlensäure sich verbinde, ist, wie bereits (§. 752. d) bemerkt worden, nicht anzunehmen, da das arteriöse Blut nur in Berührung mit der festen organischen Substanz venös wird.

Während wir also mit Magnus (a. a. O. S. 602) es anerkennen, daß der Sauerstoff erst in den Haargefäßen des Aortensystems zur Bildung von Kohlensäure verwendet wird, müssen wir es mit Bischoff (a. a. O. p. 40) für das Wahrscheinlichste halten, daß der Kohlenstoff, mit welchem er sich daselbst verbindet, aus den Organen herrührt, und als ein Theil der veralteten organischen Substanz in das Blut gezogen wird, um gesäuert aus demselben hervorzugehen. Da indeß jedenfalls Sauerstoff auch an die Organe abgesetzt wird, so könnte er auch in deren Substanz erst die Verbindung mit Kohlenstoff eingehen, und somit die Kohlensäure schon gebildet in das Blut treten. Prout (Nr. 581. XXV. p. 112 sq.) nimmt an, die Kohlensäure entstehe in den Haargefäßen bei Ernährung der gallerthaltigen Organe, indem aus dem Eiweißstoffe die 0,03 bis 0,04 Kohlenstoff weniger enthaltende Gallert gebildet werde. — Daß übrigens das Sauerstoffgas nur schwer, und, wie es scheint, in manchen Fällen schwerer als in andern, durch künstliche Mittel aus dem Blute sich ausscheiden läßt, deutet nicht sowohl auf eine chemische Bindung, als vielmehr auf eine starke Adhäsion hin; denn wir wissen, daß auch das Wasser manche Gase, die ihm beigemengt
k. sind, nicht leicht entweichen läßt. k) Beim Athmen tritt wohl atmosphärische Luft in das Blut. Denn nach Obigem (d) verhält sich das venöse Blut zum arteriösen in Hinsicht auf Gehalt an Gasen überhaupt wie 100 zu 132 oder 162. So vermuthet Configliachi (Nr. 208. I. S. 152), daß die Secretion in der Schwimmblase der Fische ihre Quelle in der dem Blute unzersetzt beigemengten atmosphärischen Luft habe; auch tritt wohl Luft oder ein Bestandtheil derselben überall hervor, wo ein leerer Raum im Gefäßsysteme entsteht (§. 709. f. 715. b). Ob aber beim Athmen hauptsächlich nur der Sauerstoff vom Blute angezogen wird, und bloß ein Theil unzersetzter Luft in das Blut dringt, oder, wie Davy (N. 636. II. S. 113 fgg.) annimmt, die unzersetzte Luft in das Blut gelangt, so daß der Sauerstoff erst hier ausgeschieden, und das Stickgas größtentheils ausgeath-
E. met wird, bleibt unentschieden. E) Das dunkle oder kirschrothe
l. Blut wird beim Athmen hellroth oder scharlach gefärbt l) durch

Aufnahme von Sauerstoff und Ausstoßung von Kohlensäure. Die Wirkung des Sauerstoffgases zeigt sich an dem Blute außerhalb des Körpers zu deutlich, als daß sie überhaupt in Zweifel gestellt werden könnte. Kohlensaures Gas färbt das Blut dunkel, ohne daß auf letztres irgend ein andrer Umstand einwirkt; da nun das venöse Blut beim Athmen Kohlensäure verliert, so hat man allen Grund anzunehmen, daß dieser Verlust bei dem Farbenwechsel mitwirkt. Magnus (a. a. O. S. 603) sah, daß venöses Blut, wenn er ihm Kohlensäure entzog, heller, jedoch nicht in gleichem Grade, wie arteriöses wurde, und erkennt es daher an, daß der Farbenwechsel theils durch Entfernung der Kohlensäure, theils durch Aufnahme von Sauerstoff bewirkt wird. Bischoff (a. a. O. p. 36) erkannte, daß die Entfernung der Kohlensäure dazu nicht hinreicht, da er (ebd. p. 33) venöses Blut bei Entziehung derselben durch Wasserstoffgas dunkel bleiben sah, wobei es freilich zweifelhaft blieb, ob es ihm gelang so viel von jenem Gase auszuziehen, als Magnus. m) Das Blut enthält aber Wasser und Salz, und hierin liegt die Bedingung, unter welcher die Aufnahme von Sauerstoff und die Ausstoßung von Kohlensäure entweder den Farbenwechsel bewirkt, oder überhaupt möglich macht. Getrockneter Blutkuchen wird weder an der Luft noch in Sauerstoffgas hellroth gefärbt. Die Feuchtigkeit ist unstreitig nicht ohne Einfluß, da sie überall die Einsaugung von Sauerstoffgas begünstigt oder gar bedingt (§. 972. h). Aber auch die Salze haben Antheil daran, wie nach Nasse (Nr. 185. II. S. 452 fgg.) Stevens (Nr. 172. 1835. p. 352) erwies. Wenn man den Blutkuchen beim Gerinnen mit destillirtem Wasser übergießt, welches die Salze in sich aufnimmt, so färbt er sich an der Luft oder in Sauerstoffgas nicht heller; legt man ihn aber dann in eine Salzauflösung, so wird er sogleich hellroth. Laugensalze und Säuren, namentlich auch die Kohlensäure, färben nach Stevens das Blut dunkel, indem sie die Neutralität desselben zerstören; die Neutralsalze bedingen seine hellere Färbung. Hoffmann (a. a. O. S. 254) bemerkt jedoch dabei, daß eine zu große Menge Salz und Kohlensäure das Blut schwärze. Nach van Maak setzt aber die helle Röthung durch Salze immer die

m.

Wirkung von Sauerstoff voraus: durch Kohlensäure geschwärztes Blut erhält durch die Salze nur die Röthe des venösen. So erklären auch Rayer und Young (Nr. 576. VIII. p. 545) die Salze nicht für das Färbende, sondern für die Bedingung der Säuerungsfähigkeit des Bluts. Gregory und Irwine (in Brandis Archiv der Pharmacie. II. Reihe. I. S. 246) fanden, daß die Umwandlung in hellrothes Blut durch Serum oder eine ihm ähnliche schwache Salzlösung nicht möglich ist, wohl aber durch eine gesättigte Salzlösung auch in Stickgas, Wasserstoffgas oder kohlensaurem Gas bewirkt wird. Übrigens bemerkt auch Bischoff (a. a. O. p. 31 sq.), daß das durch destillirtes Wasser dunkel gewordene Blut an der Luft oder in Sauerstoffgas wieder etwas hellroth, in Salzwasser gelegt aber schnell scharlach, jedoch nicht ganz dem arteriösen Blute ähnlich wurde. Da nun außerdem das Sauerstoffgas dem venösen Blute ohne Veränderung des Salzgehaltes die vollkommne arteriöse Farbe giebt, so ist es beim Athmen unbedingt die eigentliche Ursache des Farbenwechsels, und bei dem Blute außerhalb des Körpers ein wesentlicher Umstand.

A. §. 975. A) Außer der Farbe bemerkt man noch andre, zum Theil freilich unbeständige und zweideutige Verschiedenheiten des arteriösen Blutes vom venösen, welche bereits (§. 751) angegeben, und von H. Nasse (Nr. 764. S. 305—353) und Lecanu (Nr. 763. p. 74—86) näher erörtert worden sind. a) Das arteriöse Blut enthält in Verhältniß zu seinen festen Bestandtheilen weniger Wasser (§. 751. k): bei einem Pferde betrug nach Lecanu (a. a. O. p. 77) das Wasser im venösen Blute 0,795, im arteriösen 0,783, und bei einem andern in jenem 0,804, in diesem 0,735. Da die wässerige Ausdünstung in den Lungen nicht so viel beträgt als die in der Haut (§. 817. f), auch Chylus und Lymphe, welche dem Blute kurz vor seinem Eintritte in die Lungen beigemengt werden, verhältnißmäßig mehr Wasser enthalten als dieses (§. 949. o), so scheint es unerklärlich, wie durch das Athmen die Proportion der festen Bestandtheile vermehrt werden kann. b) Da die Farbe, deren Veränderung die allgemeinste und deutlichste Erscheinung beim Athmen ist,

ihren Sitz an den Blutkörnern hat, so haben diese offenbar den meisten Antheil an dem dabei Statt findenden Stoffwechsel. Unter Andern erkannte Prout (Nr. 208. XXVIII. S. 222), daß nur die Blutkörner Kohlensäure ausstoßen und Sauerstoff aufnehmen, während das Serum vor dem Eintritte der Fäulniß gar nicht, oder nach Berzelius (Nr. 575. S. 94) äußerst wenig die umgebende Luft verändert. Während er aber glaubt, der farbige Theil trete nur in seiner natürlichen Verbindung mit den Blutkörnern in solche Wechselwirkung mit der Atmosphäre, fand van Maak (Nr. 801. IX. S. 348), daß die wässerige Lösung des farbigen Theils, wenn dem Volumen nach 5 Theile davon in Berührung gebracht werden mit 4 Theilen Sauerstoffgas, von diesem beinahe 3 Theile einsaugt, und dann beim Zusatze einer salzigen Flüssigkeit hellroth wird, und nahm daher an, der kohlensaure Cruor gebe beim Athmen die Kohlensäure ab, weil er dagegen Sauerstoff aufnehme. Nach Schultz (Nr. 765. S. 27. 54. 136) sind die Blutkörner, die er auch als Athmungsbläschen bezeichnet, in ihrem venösen Zustande etwas dicker, bauchiger, weniger platt, und reicher an Färbestoff; doch sollen (Nr. 191. 1838. 4. St. S. 13 fgg.) nicht die alten, von Färbestoff strotzenden, sondern nur die jüngern durch das Athmen umgewandelt werden, und zwar so, daß durch Metamorphose ihrer Kernsubstanz die farbige Hülle erzeugt wird. — Übrigens wurde eine größre Menge von Blutkörnern im arteriösen Blute (§. 751. h) auch von Lecanu (a. a. O. p. 83) gefunden; dem Gewichte nach betrugen sie in dem einen Falle im venösen Blute 0,106, im arteriösen 0,122; im andern Falle in jenem 0,111, in diesem 0,125. c) Derselbe (ebd. p. 80) erhielt auch an trocknem Faserstoffe aus venösem Blute 0,005, aus arteriösem 0,010, und in einem andern Falle aus jenem 0,004, aus diesem 0,005. Außer der Quantität scheint auch die Qualität des Faserstoffs durch das Athmen gesteigert zu werden (§. 751. g), und somit das Blut eine höhere Gerinnbarkeit zu erlangen (ebd. e): so ist es während des Winterschlafs von Thieren mehr venös und weniger gerinnbar (§. 612. d), und bei Erhängten, Ertrunkenen, in Kohlendunst Erstickten hat es oftmahls seine Gerinnbarkeit

ganz verloren; Ähnliches hat man auch in manchen Fällen beim
d. Asthma bemerkt. d) Wie Denis, Prevost und Dumas fand auch Lecanu (a. a. O. p. 82) und Letellier, daß durch das Athmen die Menge des Eiweißstoffs, des Extractivstoffs, des Fettes und der Salze vermindert wird; jedoch nicht immer.
e. e) Mulder behauptet, der organische Färbestoff werde beim Athmen nicht umgeändert, sondern vielleicht nur das Eisen oxydirt und von der Kohlensäure, mit welcher es im venösen Blute verbunden sei, befreit. So nimmt auch Arnold (Nr. 784. II. S. 252) an, die Kohlensäure sei im venösen Blute an das Eisenoxydul des Cruors gebunden, und werde beim Athmen dadurch frei, daß das Eisenoxydul sich in Eisenoxyd verwandle (vgl.
B. §. 686. b). B) Die Umwandlung des Chylus und der Lymphe scheint vorzüglich durch das Athmen bewirkt zu werden: so hat eine chronische Erschwerung des Athmens meist auch Abmagerung und Abnahme der Blutmenge zur Folge, und nach Autenrieth (Nr. 184. VII. S. 7) sieht man bei Schwindsüchtigen lange nach der Mahlzeit unveränderten Chylus auf dem aus der Ader gelaßnen Blute schwimmen; sollte das, was Autenrieth für Chylus ansah, Fett sein, so würde es im Grunde auf dasselbe hinauslaufen, denn dies freie Fett würde eben dem nicht verwandelten Chylus angehören. Über die Art dieser Umwandlung
f. sind aber unsre Kenntnisse noch sehr lückenhaft. f) Am gewissesten scheint die Entkohlung des Chylus zu sein, da er nach Macaire und Marcet (Nr. 685. LI. p. 383) gleich dem venösen Blute mehr Kohlenstoff (0,55) als das arteriöse Blut (0,50) enthält, und beim Athmen offenbar Kohlensäure ausgestoßen wird. Durch den Chylus wird der Gehalt des Bluts an Kohlenstoff vermehrt; nach Scudamore (Nr. 521. S. 127) und Home (Nr. 165. III. p. 24) entwickelt sich einige Zeit nach der Mahlzeit eine größre Menge Kohlensäure sowohl aus dem aus der Ader gelaßnen Blute, als auch aus dem Harne, und wir können daher wohl mit Spallanzani (Nr. 467. p. 218) annehmen, daß der in Folge der Verdauung entstandene Überschuß dieser Säure durch das Athmen beseitigt werde: wir finden dies bestätigt durch die (§. 840. e) angeführten Erfahrungen, nach welchen

die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure der Menge der aufgenommenen Nahrung entspricht. Prout (Nr. 208. XXVIII. S. 236) und Coutanceau (Nr. 616. p. 43) wenden ein, daß ja doch fortwährend, sowohl nach langem Fasten, als auch nach vollbrachter Umwandlung des Chylus in Blut Kohlensäure ausgeathmet werde; aber dieser Einwurf würde bloß dann treffen, wenn man dem Athmen außer der Wirkung auf den Chylus keinen andern Zweck zuschriebe. Daß die Thiere nach der Fütterung gern schlafen, wo sie doch weniger Kohlensäure ausathmen, ist ebenfalls kein triftiger Einwurf, denn solcher Schlaf fällt meist nur in die Zeit der Magenverdauung, wo noch kein Chylus in das Blut gelangt ist. Wenn aber nach Lassaigne und Yvart (Nr. 576. X. p. 449) Thiere bei stickstoffloser, mithin verhältnißmäßig an Kohlenstoff reicherer Nahrung weniger Kohlensäure ausathmen, so hängt dies wohl nur von der Herabsetzung der Lebensthätigkeit ab. g) Dunkler ist das Verhältniß der übrigen Elementarstoffe, da nach den gegebenen Analysen (§. 878. c. 950. k) der Chylus mehr Sauerstoff enthält als das Blut, und namentlich bei Pflanzenfressern selbst das arteriöse Blut in dieser Hinsicht übertrifft. Bei vegetabilischer Nahrung scheint weniger Sauerstoff beim Athmen verzehrt zu werden, und so hat man bemerkt, daß Leute, die bloß von Vegetabilien sich nährten, in der Taucherglocke länger aushielten, als solche, die Fleisch aßen (Nr. 196. VIII. S. 147); auch verzehrten nach Lassaigne und Yvart (a. a. O. IX. p. 274) Thiere bei stickstoffloser Nahrung ⅕ von dem atmosphärischen Sauerstoffe weniger als bei stickstoffiger. h) Nach denselben Beobachtern (ebd. p. 273) war auch die Menge des ausgeathmeten Stickgases bei beiderlei Nahrung sich gleich. Gleichwohl ist weniger Stickstoff im Chylus als im Blute, und seine größere Menge in letzterem muß, wie Macaire und Marcet (a. a. O.) erklären, vom Athmen herrühren, also der Atmosphäre entnommen werden. i) Chylus und Lymphe enthalten mehr Wasser als das Blut, und können demselben in dieser Hinsicht zum Theil schon durch die wässerige Ausdünstung in den Lungen gleich werden. k) Der Faserstoff entwickelt sich in geradem Verhältnisse zum Athmen: noch unvollkommen beim

g.

h.

i.

k.

Embryo, erlangt er seine vollständige Ausbildung zugleich mit den Athmungsorganen zur Zeit der Mannbarkeit, wird bei einer breiten Brust reichlicher und vollkommener, und bei gestörtem Athmen, z. B. in der Blausucht, schwächer; bei Fischen ist er am wenigsten, bei Vögeln am meisten entwickelt (Nr. 502. p. 50 sqq.). Der im Chylus noch unvollkommene Faserstoff wird demnach durch das Athmen weiter ausgebildet. Auch dies scheint eine Aufnahme von Stickstoff vorauszusetzen, wiewohl auch die Verminderung der Kohlensäure und des Wassers wirken kann. Daß er, wie Tiedemann und Gmelin (Nr. 643. II. S. 81) vermuthen, unter Mitwirkung des durch das Athmen aufgenommenen Sauerstoffs aus dem Eiweißstoffe sich erzeuge, ist wohl nicht anzunehmen, da er weniger Sauerstoff enthält als dieser (§. 680. b).

l. l) Chylus und Lymphe enthalten mehr Extractivstoff und Fett als das Blut, und können demselben in dieser Beziehung ähnlicher werden durch Entkohlung, wobei diese Stoffe vielleicht zu weiterer Entwickelung von Faserstoff und Eiweißstoff verwendet werden.

m. m) Nach Fourcroy sollte das weiße phosphorsaure Eisenoxyd des Chylus durch das Natrum des Blutes etwas Phosphorsäure verlieren, und nun durch den atmosphärischen Sauerstoff übersäuert, sich röthen und so dem Blute seine Farbe geben; Arnold (Nr. 784. II. S. 255) nimmt an, das Eisen bilde bei seiner Oxydation mit dem Eiweißstoffe das Blutroth. Indessen ist der Zustand des Eisens im Blute noch nicht mit solcher Sicherheit erkannt worden, als daß sich über die Entstehung der rothen Farbe

n. etwas mit Gewißheit bestimmen ließe. n) [Zusatz von Ernst Burdach. Die Umwandlung des Chylus in rothes Blut ist hauptsächlich dem Einflusse des Sauerstoffgases zuzuschreiben, wenigstens giebt dasselbe den Chyluskügelchen eine den Blutkörperchen sehr ähnliche Beschaffenheit. Einige Tropfen milchiger Chylus aus der Cisterne vom Hunde wurden auf einem concav geschliffenen Gläschen in ein gläsernes Gefäß gestellt, dieses sodann mit Sauerstoffgas gefüllt und luftdicht verschlossen. Nach 24 Stunden fand sich der Chylus in Kuchen und Serum vollkommen geschieden, ersterer geröthet, letzterer wasserhell. Die Röthung war geringer, als ich erwartet hatte, nicht merklich stärker, als ich sie

öfters an dem Inhalte des ductus thoracicus, wenn derselbe der atmosphärischen Luft ausgesetzt war, gesehen hatte, nämlich pfirsichblütfarbig; auffallend war mir aber die absolut gleich starke Röthung in einem andern Falle, als ich nämlich Chylus von einem mit Staupe behafteten Hunde zu dem Experimente benutzt hatte, welcher vorher durchaus keine Spur von milchiger Färbung zeigte, sondern saturirtem Urine ähnlich gelb und klar aussah. Nachdem das Ganze unter das Mikroskop gebracht worden war, fielen zuerst mehrere auf der Oberfläche des Kuchens liegende und deutlich über dieselbe hervorragende Öltropfen auf, welche ungewöhnlich, nämlich etwa 1/50 Linie groß waren; der Kuchen selbst zeigte sich als aus farbigen Kügelchen zusammengesetzt. Indem nun kleinere Partieen von dem Kuchen getrennt, und mikroskopisch untersucht wurden, zeigten sich die Chyluskügelchen in farbige, nämlich, eben so wie die Blutkörperchen unter dem Mikroskope, gelb aussehende Körperchen verwandelt, welche von durchaus gleicher Größe, um ein Unmerkliches kleiner als Blutkörperchen waren, und dabei eine ganz glatte, nicht granulirte Oberfläche hatten. Sie erschienen zunächst kreisrund; wo es aber gelang sie von der Seite zu sehen, zeigten sie eine längliche Eiform; sie waren also linsenförmig gestaltet, nicht wie die Blutkörperchen des Hundes biconcav, sondern biconvex. Die Chyluskügelchen hatten also durch den Einfluß des Sauerstoffgases eines Theils ihre charakteristischen Merkmale, nämlich Ungleichheit in Hinsicht auf Größe, und granulirtes Aussehen ihrer Oberfläche verloren, andern Theils Eigenthümlichkeiten der Blutkörperchen, nämlich Färbung und breitgedrückte, linsenförmige Gestalt erhalten. — Das Serum zeigte unter dem Mikroskop eine wasserhelle farblose Flüssigkeit, in welcher eine große Menge von etwa dem zehnten Theile eines Chyluskügelchen an Größe gleichkommenden runden Kügelchen befindlich war, welche theils einzeln herumschwammen, theils in großen Haufen beisammen lagen. — Chylus in destillirtes Wasser gethan, und durch dieses ein Strom von Sauerstoffgas geleitet, führte zu keinem besondern Resultate. Es zeigte sich nämlich durchaus keine mit unbewaffnetem Auge wahrnehmbare Röthung, es hatte sich vielmehr weißer Faserstoff gebildet.

Dieser unter das Mikroskop gebracht schien aus gleichmäßiger, sehr fein körniger Masse zu bestehen, und in ihm fanden sich einzelne schwach gelbliche Kügelchen von der Größe eines Blutkörperchens zerstreut. In dem Wasser selbst fanden sich außer feinen, faserstoffigen Flocken viele von jenen in dem Serum wahrgenommenen kleinen Kügelchen. — Es ist mir bisher noch nicht gelungen, die Umwandlung der Chyluskügelchen, durch Leitung eines Stromes von Sauerstoffgas auf den Chylus unter dem Mikroskope unmittelbar wahrzunehmen, indem mir der Chylus auf der Glasplatte zu rasch eintrocknete, und zugesetztes Wasser die Wirkung des Sauerstoffgases schwächte. Ich konnte dabei immer nur eine partielle Röthung des Chylus schon mit unbewaffnetem Auge erkennen.]

Beziehungen des Athmens zum Leben.

A. §. 976. A) Wie manche Thätigkeitsäußerungen in der unorganischen Natur, als Elektricitätserregung, Krystallisation u. s. w. durch das Dasein von Luft bedingt werden, und wie dasselbe auch vom ersten Erwachen des Lebens gilt, wie demnach ohne Zutritt von Luft auf faulenden Substanzen kein Schimmel, und in Aufgüssen kein Infusionsthier sich erzeugt, so ist auch die Fortdauer alles Lebens von stetem Verkehr mit der Atmosphäre abhängig. Nur bei solchem Verkehr erhält das Blut seine helle Röthe, und nur dies hellrothe Blut vermag, wie bereits (§. 743. B) nachgewiesen ist, das Leben zu unterhalten, indem es allein den vollen Gegensatz zu den festen Gebilden enthält und mit ihnen in normale Wechselwirkung tritt. Die mehr oder weniger helle Röthe bezeichnet daher auch die höhere oder niedere Regsamkeit und Kraft des Lebens, und alle Erstickung, erfolge sie nun durch Athmen eines irrespirabeln Gases, oder durch Hemmung des Eintritts atmosphärischer Luft, oder durch irgend ein Unvermögen der Lungen zu athmen, ist nichts anderes, als ein Sterben aller Organe ohne Unterschied, aus Mangel an hellem, arteriösem Blute. Das mit Kohlensäure überladene, venöse Blut ist nicht schlechthin dem Leben feindlich (§. 743. e), sondern mehr insofern dabei sauerstoffiges arteriöses Blut fehlt. So erfolgt auch die Erstickung in

eingeschloßner Luft nicht allein wegen der Ansammlung und Einwirkung von ausgeathmetem kohlensaurem Gas, sondern vornehmlich wegen Abnahme des Sauerstoffgases; denn wenn man auch, wie Edwards (Nr. 413. p. 200) that, ersteres Gas entfernt, so wird doch das Athmen in demselben Maaße erschwert und gehemmt, als letzteres abnimmt. Eben so wird, wie Bischoff (Nr. 775. p. 40) bemerkt, der Tod in Gasen ohne Sauerstoff nur durch dessen Mangel herbeigeführt, und nicht durch Zurückhaltung der Kohlensäure im Blute, denn diese wird auch unter solchen Umständen noch ausgehaucht (§. 841. f. h). Auch fand Nysten (Nr. 418. p. 149) bei wiederholten Versuchen, daß in das Venenblut unmittelbar eingetriebenes Sauerstoffgas das Athmen einige Zeit lang ersetzt: Hunde erstickten in Stickgas nach 5 Minuten, wenn ihnen aber zuvor Sauerstoffgas in die Halsvene eingesprützt worden war, erst nach 10 Minuten; jedoch wurden die schon erstickten Thiere durch eine solche Einsprützung nicht wieder belebt, wie dadurch auch bei lebenden Thieren die Farbe des Venenblutes nicht merklich geändert wurde (ebd. p. 62). Dieser letztere Umstand scheint anzudeuten, daß das in kleinerer Menge allmählig und durch Endosmose eindringende Sauerstoffgas wirksamer ist als das in Masse beigemengte. B) Was nun die Wirkung der einzelnen Gasarten anlangt, so kann a) das Sauerstoffgas von Menschen bis gegen 10 Minuten lang geathmet werden; es entsteht davon eine angenehme Empfindung von Wärme und Leichtigkeit in der Brust, und der Blutlauf wird beschleunigt. Bei Thieren, die darin eingesperrt werden, zeigt sich anfänglich Aufregung, Beschleunigung des Athmens und des Blutlaufs, späterhin Mattigkeit mit schwachem und seltenem Athmen; der Tod erfolgt später als in eingeschloßner atmosphärischer Luft, ungefähr nach 4 bis 5 Stunden, aber weder durch Mangel an Sauerstoffgas, noch durch die ausgeathmete Kohlensäure, denn nach Broughton (Nr. 423. XXIII. p. 104) ist die Luft, in welcher die Thiere gestorben sind, noch im Stande ein ausgelöschtes Licht wieder anzuzünden, und das Leben anderer Thiere eben so lange als das der erstern zu erhalten. Der Herzschlag ist stark und dauert nach dem Erlöschen des animalen Lebens noch eine

B.

a.

Zeit lang fort; auch erhält sich die Bewegung der Därme länger als gewöhnlich. Das Blut ist auch im Hohlvenensysteme scharlachroth und sehr gerinnbar; die Lungen sind hochroth und strotzend, und das rechte Herz enthält viel mehr Blut als das linke. b) Das Stickstoffoxydulgas, welches die Flamme zu unterhalten vermag, kann etwa 5 Minuten lang ohne Nachtheil geathmet werden: außer einer Beschleunigung des Athmens verursacht es Störungen der Sinnenthätigkeit und eine Art Rausch. Bei Thieren, die darin eingesperrt sind, tritt der Tod unter ähnlichen Erscheinungen wie im Sauerstoffgas ein, nur ungleich früher. c) Noch früher sterben Thiere in reinem Stickgas; man findet das Blut nur langsam gerinnend und dunkel, das rechte Herz strotzend damit gefüllt. Einige Züge kann man davon ohne Gefahr einathmen. Eben so läßt sich Wasserstoffgas eine halbe Minute lang athmen, wobei es nur vorübergehende Störungen des Sinnenlebens verursacht; Thiere sterben darin, wie in Stickgas. d) Schneller tödet das kohlensaure Gas, und noch schneller das Kohlenoxydgas, das Kohlen-, Schwefel- und Phosphorwasserstoffgas, und das Stickstoffoxydgas; man findet das Blut dunkel gefärbt und vornehmlich im rechten Herzen angehäuft. Einige Athemzüge von diesen Gasarten verursachen ebenfalls bei dem Menschen Störungen des Gemeingefühls, der Sinnesthätigkeit und des Bewußtseins.

§. 977. Der Grad des Athmungsbedürfnisses ist auf den verschiedenen Stufen des Lebens sehr verschieden, und A) äußert sich a) in der Beschaffenheit des Mediums, in welchem der Organismus naturgemäß athmet. Bei einem mittelbaren Verkehr mit der Atmosphäre erhält sich das Leben bei einer geringen Menge des ihm dargebotenen Sauerstoffs. Am meisten gilt dies von den Entozoen und Embryonen, welchen das durch Athmen mit Sauerstoffgas versehene Blut eines selbstständigen Organismus die Stelle der Atmosphäre vertritt. Es gehören aber auch hierher alle in Wasser athmende Thiere. Dem Flußwasser ist nach Provençal und Humboldt höchstens 0,0287 Luft beigemengt, die jedoch reicher an Sauerstoffgas ist als die Atmosphäre und bis 0,315 davon enthält; nach Thomson enthält das Wasser 0,0311 Luft

mit 0,290 Sauerstoffgehalt; nach beiden Angaben ist also der Gehalt des Wassers an Sauerstoffgas nicht mehr als 0,009, oder über 23 mahl geringer als der der Atmosphäre. Wie das Blut der Kiemen der im Wasser aufgelösten Luft Sauerstoff entzieht und Kohlensäure mittheilt, so giebt wieder das Wasser diese an die Atmosphäre ab, und zieht dagegen aus der letztern eine gewisse Menge Luft mit der angegebenen Proportion des Sauerstoffgehaltes. So fand z. B. Spallanzani (Nr. 467. p. 307), daß zwei Muscheln der über dem Wasser stehenden Luft binnen 7 Tagen 0,07 ihres Sauerstoffs entzogen hatten, und daß sie, wenn statt der atmosphärischen Luft Stickgas über dem Wasser stand, nach drei Tagen starben. In Wasser, welches keine Luft enthält, z. B. in destillirtem oder in abgekochtem Regenwasser sterben die Fische, wie die durch Lungen athmenden Thiere in einem luftleeren Raume. Carradori (Nr. 358. II. S. 672) goß auf das Wasser, in welchem sich ein Fisch befand, eine Schicht Öl, so daß die Wechselwirkung mit der Atmosphäre gehindert war; als der Fisch nach einiger Zeit das dem Wasser beigemengte Sauerstoffgas verzehrt hatte und gestorben war, starb ein darein gebrachter zweiter Fisch schon binnen 5 Minuten; ein nach Entfernung des Öls in dasselbe Wasser gebrachter dritter Fisch athmete anfangs mit Anstrengung, befand sich aber wohl, als das Wasser in ein flaches Geschirr gegossen wurde, so daß es bei seiner größern Oberfläche mehr frische Luft einsaugen und Kohlensäure abgeben konnte. Strömung und Wellenschlagen fördert den Austausch der Stoffe zwischen dem Wasser und der Atmosphäre; und so erhält man das Leben eines Fisches in einer verhältnißmäßig zu kleinen Menge Wasser dadurch, daß man dasselbe fortdauernd durch Schlagen in Bewegung setzt. Mit Lungen versehene Thiere können unter Wasser nur dann längere Zeit aushalten, wenn ihre Haut zum Athmen geeignet ist, und bedürfen dann eben so der mittelbaren Einwirkung der Atmosphäre: so sterben Frösche sehr bald in ausgekochtem oder mit Öl bedecktem oder sonst dicht abgesperrtem Wasser (Nr. 100. II. S. 469). Bei den unmittelbar Luft athmenden Thieren steht das Bedürfniß des Sauerstoffs in genauem Verhältnisse zu dem durch ihre ganze Organisation be-

stimmten Aufenthaltsorte: solche, die auf Tiefen, Höhlen, Moräste u. s. w. gewiesen sind, bedürfen einer geringern Menge Sauerstoff in der Atmosphäre, als die, welche bloß auf Ebenen und Höhen leben. b) Beim Athmen in einem geschloßnen Raume, wo die durch dasselbe zersetzte Luft nicht aus der Atmosphäre ersetzt werden kann, erfolgt früher oder später der Tod, wenn das Medium nicht mehr die nöthige Menge Sauerstoff darbietet und dagegen mit ausgeathmeter Kohlensäure überladen ist. Ein Thier stirbt daher unter solchen Verhältnissen um so früher, je größer die Menge des Sauerstoffs ist, welche es in einer gegebenen Zeit einsaugt, so wie der Kohlensäure, die es aushaucht, und je mehr Sauerstoff es in dem Medium finden muß, um athmen zu können. Am längsten lebt es dagegen, wenn es wenig Sauerstoff verzehrt und Kohlensäure bildet, und selbst bei dem geringsten Sauerstoffgehalte des Mediums noch athmen, also so lange leben kann, bis aller Sauerstoff verzehrt ist. Außerdem treten noch andere Umstände (f—l) hinzu, welche den Tod verzögern oder beschleunigen können. — Fische athmen nach Provençal und Humboldt (Nr. 684. II. p. 379 sq.) noch in Wasser, welches nur 0,002 Sauerstoffgas enthält; haben sie auch hiervon noch eingeathmet, so hält das Wasser die letzte Portion so stark zurück, daß sie ihm dieselbe nicht zu entziehen vermögen, und sie kommen nun an die Oberfläche, um mit den feuchten Kiemen unmittelbar Luft zu athmen. — Schnecken sterben in eingeschloßner Luft nach Vauquelin nicht eher, als nachdem sie allen Sauerstoff verzehrt haben. — Bei den Insecten ist das Verhältniß sehr verschieden, je nachdem sie in reiner oder unreiner Luft zu leben pflegen: in 2 Kubikzoll Luft stirbt eine Biene nach 12 Stunden (Nr. 186. IV. S. 29), ein Goldkäfer nach 17, dagegen ein Mistkäfer erst nach 34 Stunden, wobei alles Sauerstoffgas verzehrt ist, und ein Todtenkäfer lebt in 3 Kubikzoll Luft 5 Tage, ohne alles Sauerstoffgas verzehrt zu haben (Nr. 249. p. 14. 23. 40). — Amphibien überhaupt scheinen so lange zu leben, als noch etwas Sauerstoff in der Luft vorhanden ist. Den Batrachiern genügt, wenn sie in festen Körpern eingeschlossen sind, die von diesen eingesogene und zu ihnen dringende Luft. So sah

Edwards (Nr. 413. p. 16 sqq.), daß Frösche, in einem engen Raume mit trockner Luft eingesperrt, nach 3 Tagen starben, in trocknem Sande verschüttet hingegen länger lebten; Frösche, Kröten, Salamander, mit Gips übergossen, waren nach 19 Tagen noch am Leben, aber nach 2 Monaten todt. Nach Buckland (Nr. 244. LI. p. 391 sqq.) lebten Kröten in Höhlen von Kalkstein, die mit Glasplatten und hölzernen Deckeln geschlossen waren, 3 Fuß tief in der Erde vergraben, über ein Jahr, während die in Sandstein auf ähnliche Weise eingeschloßnen viel früher starben; wenn man welche in völlig geschloßnen Steinblöcken lebendig angetroffen hat, war ohne Zweifel eine frühere Spalte erst vor Kurzem geschlossen worden. — Den stärksten Gegensatz zu den Amphibien bilden die Vögel: sie verzehren in kurzer Zeit viel Sauerstoffgas, und sterben, wenn sie $^2/_3$ des in der Luft vorhandenen gewesenen verzehrt haben, also diese noch 0,07 enthält. So consumirt nach Schübler (Nr. 584. XXXIX. S. 343) eine Meise in der Stunde $3^1/_2$ Kubikzoll Sauerstoffgas, und stirbt meist, wenn noch 2,27 Kubikzoll davon in der Luft vorhanden ist. Sperlinge leben nach Edwards (a. a. O. p. 190) in 55 Kubikzoll Luft $1^1/_2$ Stunden, wenn die ausgeathmete Kohlensäure von dazu gestellter Ätzlauge eingesogen wird. — Meerschweinchen sterben erst, wenn sie $^3/_4$ des vorhandenen Sauerstoffgases verzehrt haben (Nr. 637. S. 89), also nur noch 0,05 davon in der Luft vorhanden ist. Nach Schübler (a. a. O.) verzehrte eine Maus in der Stunde 2 Kubikzoll Sauerstoffgas, und starb, wenn die Luft noch 1,45 Kubikzoll davon enthielt. — Ein Fall, wo 8 Männer in einem genau ausgemeßnen Stollen eines Kohlenbergwerks 136 Stunden lang eingeschlossen waren, und dem Ersticken nahe, über schmerzhaftes Athmen, Kopfweh, Schwere u. s. w. klagend gefunden wurden (Nr. 583. XVI. p. 206 sqq.), könnte uns lehren, bei welchem Minimum von Sauerstoffgehalt der Luft ein Mensch sein Leben fristen könne; da aber jener Raum 375 Kubikmeter = 20848939 Kubikzoll betrug, so kamen für jeden der 8 Männer auf die Stunde 4024 Kubikzoll Sauerstoffgas, oder, wenn wir annehmen, daß, da nach den ersten 2 Stunden die Lichter mit einem mahle auslöschten, von jetzt an nur noch

0,1 Sauerstoffgas in der Luft war, 1944 Kubikzoll; bei Vergleichung mit den oben (§. 972. b) angeführten Angaben ist es also klar, daß diese Menschen mehr durch Mangel an Nahrung, Wärme und Licht, als an athembarer Luft gelitten hatten. c) In einer durch die Luftpumpe verdünnten Luft können die meisten Insecten mehrere Stunden lang aushalten, und sind sie endlich in Scheintod verfallen, so kann dieser, wenn er auch einige Stunden schon gedauert hat, durch den Zutritt atmosphärischer Luft wieder gehoben werden (Nr. 573. p. 308 sqq.). Schnecken starben unter der Glocke einer Luftpumpe erst nach einigen Tagen (Nr. 467. p. 133), Frösche und Salamander nach 1½ bis 3 Stunden (Nr. 413. p. 584). d) Bei zugebundenen Kiemendeckeln sterben die Fische in 15 bis 20 Minuten; wird ihnen das Maul durch ein Stäbchen offen gehalten, so leben sie noch einmahl so lange (Nr. 790. I. S. 478 fg.). In völlig luftleerem Wasser starben nach Provençal und Humboldt Goldfische nach ½ bis 1½ Stunde, Aale nach 2¼ Stunde. Die meisten Insecten werden im Wasser bald scheintodt, kommen aber, selbst wenn sie einige Tage so geblieben sind, an der Luft wieder ins Leben; wenn man im Wasser lebende Insecten hindert, von Zeit zu Zeit an der Oberfläche Luft zu schöpfen, so sterben sie; das Bestreichen der Luftlöcher mit Öl wirkt gleich dem Untertauchen erstickend (Nr. 100. IV. S. 151 fgg.). Frösche starben nach Carradori (Nr. 358. II. S. 682 fgg.) in Wasser in offenem Gefäße nach 7 Stunden, in verschloßnem nach 75 Minuten, in solchem, worin schon einer gestorben war, nach 20 Minuten, und in ausgekochtem Wasser nach 15 Minuten. Seeschildkröten ersticken, wenn sie einige Zeit unter dem Wasser durch Netze zurückgehalten werden. Vögel sterben schnell im Wasser; auch Tauchervögel nach einigen Minuten (Nr. 413. p. 163). Landsäugethiere werden unter Wasser nach 2 bis 4 Minuten scheintodt; Walfische bleiben 5 bis 10, oder, wenn sie Nahrung suchen, 15 bis 20 Minuten unter dem Wasser (Nr. 447. S. 194); der Seehund unter Eis thaut dasselbe durch seinen Athem auf, und durchbricht es dann mit seinen Krallen, so daß er den Kopf herausstecken kann; im Schlafe hält er gleich andern Seesäugethieren den Kopf über dem Wasser. Taucher von Profession bleiben

meist nur 2 Minuten unter Wasser (Nr. 95. III. p. 268. Nr. 196. XLVI. S. 6); doch mag hier der Druck der Wasserhöhe den Aufenthalt in der See erschweren, da in Flüssen ein Mann mit starker Brust gegen 8 Minuten lang untertauchen kann. Übrigens sind Menschen, wenn sie nicht viel länger als eine halbe Stunde im Wasser gelegen haben, noch aus dem Scheintode zu erwecken. e) Die irrespirabeln Gasarten, als Schwefelwasserstoffgas, Kohlenwasserstoffgas u. s. w. wirken nach Strauß (Nr. 573. p. 310 sq.) auf Insecten nicht in demselben Grade schädlich als auf Wirbelthiere, und verursachen oft nur einen durch neuen Zutritt freier Luft zu hebenden Scheintod. Fische sterben in freiem oder dem Wasser beigemengtem Wasserstoffgas nach etlichen Stunden; in kohlensaurem Gas früher (Nr. 684. II. p. 394). Frösche werden in kohlensaurem Gas nach etwa 9 Minuten scheintodt, während Tauben darin schon nach einer Minute sterben (Nr. 158. S. 89). B) Die Umstände, mit welchen die Stärke des Athmungsbedürfnisses zusammenhängt, betreffen theils die Thiergattung (f. g), theils die Individualität (h. i), theils die äußern Verhältnisse (k. l). f) Auf einer höhern Stufe der Organisation, bei größerer Regsamkeit des Lebens und höherer Wärmeentwickelung ist das Bedürfniß sauerstoffhaltiger Luft dringender, so wie der Verbrauch und der Bedarf des Sauerstoffgases größer. Bei niedern Thieren reicht ein mittelbarer Verkehr mit der Atmosphäre und ein geringer Gehalt des Mediums an Sauerstoffgas zu Erhaltung des Lebens hin. Übrigens erfordert ein größerer Körper auch eine größere Menge Sauerstoffgas. g) Abgesehen von diesen Verhältnissen liegt es in der Bestimmung einer Thiergattung zu einem gewissen Aufenthaltsorte, ob das Athmungsbedürfniß größer oder geringer ist, indem jede Art von Medium einer Mannichfaltigkeit organischer Wesen zum Aufenthalte dient. So finden wir denn auch hin und wieder Organisationsverhältnisse, vermöge deren die Einwirkung der Luft oder des lufthaltigen Wassers eine Zeit lang entbehrt werden kann, und welche in Eigenthümlichkeiten entweder der Athmungsorgane selbst oder des Gefäßsystems bestehen. Zuvörderst nämlich kommen Einrichtungen vor, vermittelst deren das zu athmende Medium in einer gewissen Menge

e.

B.

f.

g.

an oder in dem Körper zurückgehalten werden kann. Die Wasserkäfer nehmen beim Untertauchen Luftbläschen mit sich, die, während sie über dem Wasser ihre behaarten Fühlhörner drehend bewegten, sich an die feinen dichten Haare um die Luftlöcher her angeheftet haben. Schwimmkäfer und Drehkäfer strecken das hintere Ende ihres Körpers aus dem Wasser, heben die Flügeldecken, so daß Luft an ihren Hinterleib tritt, schließen sie dann an diesen an, und gehen mit solchem Vorrathe von Luft unter das Wasser (Nr. 100. IV. S. 150 fg.). Umgekehrt halten manche Fische, z. B. Aale, an der Luft das Wasser in ihren Kiemenhöhlen zurück, und können so Tage lang auf dem Lande leben. Bei dem Umfange ihres Luftröhrensystems behalten die Insecten eine Zeit lang unzersetzte Luft in ihrem Körper, die ihnen während der Ausschließung von der Atmosphäre dienen kann; eben so verhalten sich die großzelligen Lungen der Amphibien, besonders der hintere Theil der Lungen von Schlangen, welcher bei dem Mangel an Blutgefäßen offenbar nur als Luftbehälter dient. So zeichnen sich auch die Lungen der im Wasser lebenden Säugethiere dadurch aus, daß die letzten Reiser der Luftröhrenzweige noch einen bedeutenden Durchmesser haben, also verhältnißmäßig mehr Luft fassen als Raum für die Vertheilung der Blutgefäße darbieten; so waren bei einem 9 Fuß langen Manati die Lungen 3 Fuß lang, und hatten, mit Luft gefüllt, einen Umfang von mehr als 1000 Kubikzoll (Nr. 446. III. S. 386). — Organisationsverhältnisse im Gefäßsysteme, vermöge deren das Athmen einige Zeit entbehrt werden kann, verhüten den reichlichen Eintritt des Bluts in die Athmungsorgane, da diese, so lange sie nicht wirken, nur wenig Blut durchströmen lassen. So sind bei Cetaceen, Robben, Fischottern und Tauchervögeln die Stämme der Hohlvenen sehr weit und ihre Zweige zu starken Geflechten entwickelt; zum Theil ist auch das rechte Herz sehr geräumig (§. 742. b). Wie das Blut hier von den Lungen zurückgehalten werden kann, so kann es bei den Amphibien von denselben abgeleitet werden (§. 967. f—h). Ob die Bluthälter, die bei einigen Fischen in die Hohlvene münden (Nr. 119. S. 71 fg.), und bei Dekapoden, Cephalopoden und Muscheln das Blut, ehe es zu den Kiemen fließt, sammeln

(Nr. 243. 1828. S. 502), eine ähnliche Bedeutung haben, bleibt unentschieden. h) Beim weiblichen Geschlechte ist das Athmungsbedürfniß geringer (§. 178. h); dasselbe gilt von den frühern Lebensperioden (§. 532. b). i) Edwards (Nr. 413. p. 186) machte gleich andern Beobachtern die Bemerkung, daß zwei sonst einander ähnliche Individuen derselben Gattung unter gleichen Umständen und bei gleicher Frequenz der Athmungsbewegungen in der Consumtion des Sauerstoffgases sehr von einander abweichen, so daß oft das eine in eingeschloßner Luft dreimahl so lange lebt als das andere. Die Constitution, das Temperament, die Verhältnisse des animalen Lebens (§. 978. a), des Blutlaufs (§. 979. b), der Verdauung (§. 979. d) und der Secretionen gehören zu den wahrnehmbaren Bestimmungsgründen dieser Verschiedenheit. Auch die Gewohnheit hat ihren Antheil: bei einer sitzenden Lebensweise, bei einem Aufenthalte in eingeschloßner, nicht ganz reiner Luft, und bei schwächerer Athmungsbewegung vermindert sich auch allmählig die Consumtion und somit das Bedürfniß des Sauerstoffgases. k) Spallanzani (Nr. 467. p. 133. 148. 320), beobachtete, daß die Thiere bei gelinder Wärme der Athmung in höherem Grade bedürfen, mehr Sauerstoff verzehren, und daher in eingeschloßner Luft früher sterben als bei einer niedrigern Temperatur; eine Raupe z. B. verzehrte binnen 5 Stunden bei 2° Wärme 0,01, bei 17° hingegen 0,08 Sauerstoff. Nach Delaroche (Nr. 181. III. p. 331) ist diese Wirkung bei warmblütigen Thieren nicht so bedeutend wie bei kaltblütigen. Indessen war nach Saissy (Nr. 401. p. 29) das Verhältniß der Consumtion von Sauerstoff (nach Kubikzollen berechnet) bei 7° Luftwärme zu der in einer höhern Temperatur bei Fledermäusen 3 : 17, bei Haselmäusen 20 : 34, bei Igeln 26 : 80, bei Murmelthieren 71 : 107. Von solcher Verminderung der Aufnahme von Sauerstoff rührt es denn auch her, daß bei Blausüchtigen in der Kälte die Beschwerden zunehmen. — Edwards (a. a. O. p. 26 sqq.) bestätigte durch seine Erfahrungen an Fröschen, daß bei Verhinderung des freien Athmens in der Kälte das Leben durch die Hautathmung länger erhalten wird, als in der Wärme; Fische starben in luftleerem Wasser ebenfalls um so frü-

her, je höher die Temperatur war. Zugleich beobachtete er aber auch den Einfluß der Jahreszeit und der Gewohnheit: im Spätherbste nämlich, wo das Wetter schon seit längerer Zeit kühl gewesen war, also auch der Organismus an eine geringere Consumtion von Sauerstoff sich gewöhnt hatte, lebten die Frösche durch Hautathmung länger als im Sommer bei derselben Temperatur des Wassers (ebd. p. 35 sqq.). Aus ähnlichen Versuchen glaubt er schließen zu dürfen, daß warmblütige Thiere im Winter mehr Sauerstoff verzehren als im Sommer, denn Goldammern und Grünlinge, in 65 Kubikzoll Luft eingeschlossen, starben im Januar 20 Minuten früher, als wenn der Versuch im August angestellt wurde (ebd. p. 200 sq.). — Übrigens ist bereits (§. 839. f) erwähnt, daß auch die Aushauchung der Kohlensäure durch äußere Wärme befördert wird. l) Nach den Beobachtungen von Schübler (Nr. 584. XXXIX. S. 336 fgg.) starben Mäuse in eingeschloßner Luft um 75 Minuten früher, wenn diese elektrisirt wurde, und zwar besonders bei positiver Elektricität; in gleicher Zeit hatten sie dabei mehr Sauerstoff verzehrt, als in der Luft ohne Elektricität. Auch der Tod von Vögeln wurde durch Elektrisirung der Luft beschleunigt, doch nur um 16 Minuten, was Schübler dahin deutet, daß der Vogel für den Aufenthalt in höhern Luftschichten bestimmt ist, die oftmahls stark elektrisch sind.

§. 978. Das Athmen steht in inniger Beziehung zum animalen Leben. A) Die Thätigkeit des Gehirns a) bestimmt das Athmen, nicht insofern es im Stoffwechsel besteht (§. 847. g), sondern indem sie die dazu erforderlichen Bewegungen erregt (§. 971). Auf solche Weise giebt denn die Arteriotomie bei einem apoplektischen Zustande bisweilen schwärzliches Blut (Nr. 789. I. p. 141). Im Schlafe ist das Athmen schwächer (§. 606. b); Allen und Pepys bemerkten bei ihren Versuchen, daß die Thiere, wenn sie schläfrig wurden, auch weniger Kohlensäure aushauchten. Im Winterschlafe sinkt das Athmen noch tiefer (§. 612. b). Wenn Raupen binnen 18 Stunden bei voller Lebensthätigkeit 0,09 Sauerstoffgas verzehrten, so sank diese Consumtion, wenn sie im Begriffe waren sich zu verpuppen, auf 0,07;

bei Verklebung ihrer Luftlöcher mit Öl starben sie im ersten Falle nach 4 Minuten, im letztern erst nach 9; Puppen konnten 2 Stunden unter Wasser gehalten werden, ohne zu sterben (Nr. 635. I. p. 24 sq. 41). Die Geistesthätigkeit lenkt das Nervenleben mehr von den leiblichen Functionen ab: bei ruhigem Nachdenken ist das Athmen schwach, kaum bemerklich, und nur von Zeit zu Zeit, namentlich beim Nachlassen im Denken, erfolgt ein tieferer Athemzug; anhaltendes einförmiges Studium kann daher Engbrüstigkeit zur Folge haben. Dagegen athmet man bei Gemüthsbewegungen und Aufregung der Phantasie schnell und häufig: die Athemzüge werden bei Zorn und jedem Affecte mit gesteigertem Kraftgefühle tief und kräftig, bei Furcht, Betrübniß, Gram seicht und kurz. b) Für das plastische Leben ist das Athmen nicht in gleichem Grade Bedürfniß, wie für das animale. Die Pflanzen bedürfen einer sauerstoffreichen Atmosphäre ungleich weniger, und erhalten sich in einer irrespirabeln Gasart länger am Leben als die Thiere; und aller nur mittelbare Verkehr mit dem Luftkreise (bei Entozoen, Embryonen und wasserathmenden Thieren) ist von Beschränktheit der animalen Thätigkeiten begleitet, während eine höhere Entwickelung derselben auch ein freieres Athmen fordert. Die Wirkung von irrespirabeln, kein freies Sauerstoffgas enthaltenden Gasarten äußert sich am meisten in Störung der Sinne, der Seelenthätigkeit und der willkührlichen Bewegung (§. 976. c. d). Die Hirnthätigkeit ist von vollkommen arteriösem Blute, mithin vom Athmen abhängig (§. 743. c), und in Krankheiten zeigt sich oftmahls eine heitere oder trübe Stimmung, eine höhere oder niedere Regsamkeit des Seelenlebens, je nachdem das Athmen freier oder beschränkter und das Übergewicht auf Seiten des arteriösen oder venösen Blutes ist. Bei den Thieren, deren arteriöses Blut mit venösem gemischt ist (§. 967. d—h), scheint das minder thätige Gehirn auch eines rein arteriösen Blutes nicht zu bedürfen, und deshalb auch ein längeres Aussetzen der Athmung zu vertragen. Und auch hier zeigen sich noch die Wirkungen des Luftmangels auf das animale Leben: Frösche leben unter fließendem Wasser fort, indem ihre Wasser athmende Haut die Stelle der Lungen vertritt; aber ihre

b.

Sinne sind dabei stumpf und ihre Bewegungen äußerst langsam
B. c. (Nr. 413. p. 65). B) Die willkührliche Bewegung c) beschleunigt nicht allein die Athmungsbewegungen überall, sondern verstärkt auch die Aushauchung von Kohlensäure (§. 847. u), so wie die Absorption von Sauerstoff: wenn Seguin (Nr. 173. 1789. p. 575) in der Ruhe stündlich 1210 Kubikzoll Sauerstoffgas consumirte, so betrug diese Consumtion 3200 Kubikzoll, als er, eine Last von 15 Pfund tragend, eine Höhe von 613 Fuß erstieg, und selbst 4600 Kubikzoll, wenn er dies während der Verdauung that. So kann man bei völlig ruhigem Verhalten nach einer tiefen Einathmung den Athem 1 bis 2 Minuten zurückhalten, bei angestrengter Bewegung aber nur ½ Minute. Hiernach scheint es, daß bei jeder lebhaftern Muskelthätigkeit eine größere Menge
d. arteriöses Blut in venöses umgewandelt wird. d) Die willkührliche Bewegung wird durch den Zutritt von arteriösem Blute bedingt (§. 743. d), und so ist auch das Athmen eine Bedingung der Muskelkraft: die Entwickelung der Athmungsorgane in der Thierreihe steht im Ganzen genommen im geraden Verhältnisse zur Leichtigkeit und Schnelligkeit der willkührlichen Bewegung. Wenn die Muskelkraft durch Übung wächst, so geschieht dies zum Theil dadurch, daß dabei das Athmen verstärkt wird. Bei unvollkommenem Athmen, z. B. bei der Blausucht, sind die Muskeln dünn und kraftlos, indem theils zu wenig Faserstoff gebildet, theils die erregende Qualität des Blutes zu unvollkommen entwickelt ist. Es lag ein irriger Begriff der Irritabilität zum Grunde, wenn Hall (Nr. 582. XXV. S. 489) behauptete, sie stehe im umgekehrten Verhältnisse zur Stärke des Athmens; die Dauer der Reizbarkeit der Muskeln nach dem Tode ist nämlich nur eine Äußerung der Zähigkeit des Lebens (§. 626. B), und wenn sie bei unvollkommnerem Athmen länger ist, so deutet Beides bloß auf eine niedere Stufe des Lebens, namentlich des animalen, hin. — Das Athmen zeigt aber seinen innigen Zusammenhang mit der willkührlichen Bewegung auch darin, daß es auf mecha-
e. nische Weise dieselbe fördert oder bedingt. e) Zuvörderst nämlich vermindert die aufgenommene und zurückgehaltene oder auch secernirte Luft die specifische Schwere des Körpers und erleichtert so

die Ortsbewegung. So wirken die über der Verdauungshöhle liegenden Luftbehälter mehrerer Quallen. Die durch den ganzen Körper verbreiteten Luftröhren geben den Insecten die nöthige Leichtigkeit zum Fliegen, und indem während des Flugs vorzugsweise die an der Brust liegenden Stigmen die Athmung bewirken, füllen sich besonders die Flügel mit mehr Luft. Auf gleiche Weise wirkt bei den Vögeln die meist ausgezeichnete Länge der Luftröhre, die Lage der Lungen am obern Theile des Körpers oder an der Rückenfläche, und die Fortsetzung der Lungen in Luftsäcke und hohle Knochen. Mit der Entwickelung dieser Verhältnisse stimmt der Grad der Flugkraft überein, und da die Vögel bei anhaltendem schnellem Fluge nicht so vollständig athmen können, so scheint die in den Luftsäcken angesammelte Luft, die in die Lungen gedrückt wird, den Eintritt der äußern Luft zu ersetzen, so wie nach Unterbindung der Luftröhre bei Öffnung der Luftsäcke des Bauchs, oder bei Durchschneidung des Schenkelbeins oder des Oberarmbeins das Athmen eine Zeit lang durch diese Öffnungen vor sich geht (Nr. 154. p. 82). Alle diese Fortsetzungen der Lungen sind nur Luftbehälter zum Behufe der Bewegung; denn sie haben überhaupt wenig Gefäße, und es kehrt von ihnen kein arteriöses, sondern nur venöses Blut zurück. Einen ähnlichen Luftbehälter theils zum Schwimmen, theils um die athmenden Lungen nöthigenfalls mit Luft zu versehen, bildet der hintere gefäßlose und sackförmige Theil der Lungen bei den Schlangen. Hierher gehört auch die Schwimmblase der Fische, nur mit dem Unterschiede, daß sie die in ihr enthaltene Luft aus dem Blute secernirt (§. 817. g), namentlich wenn sie, durch eine der Einathmung analoge Bewegung der Rippen und Erweiterung der Rumpfhöhle ausgedehnt, einen luftleeren Raum bildet. An der obern oder Rückenfläche liegend, unterstützt sie das Schwimmen und besonders das Aufsteigen im Wasser, und wenn sie, durch die Seitenmuskeln des Rumpfs zusammengedrückt, ihre Luft entweder verdichtet oder durch den Luftgang ausstößt, erleichtert sie das Herabsteigen. Fische, die auf dem Grunde leben, haben kleinere Schwimmblasen als solche, die sich schnell bewegen und heraufsteigen; bei denen, welche im Schlamme leben, oder in den Flossen und dem Schwanze eine

große Muskelkraft besitzen, oder mit plattem Körper horizontal schwimmend dem Wasser eine große Fläche darbieten, fehlt sie als unnöthig (Nr. 208. I. S. 138 fgg.). — Der schwammige Bau der Lungen bei den Batrachiern, Eidechsen und Schildkröten, so wie der starke Durchmesser der Luftröhrenverzweigungen bei den Cetaceen erleichtert ebenfalls das Schwimmen. So trägt auch der Luftgehalt des menschlichen Körpers zu dessen Schwimmfähigkeit bei (§. 836. b), und das Schwimmen selbst setzt ein gehöriges Einathmen voraus. f) Hin und wieder wird aber die Athmungsbewegung selbst zur Körperbewegung. Bei den Medusen treffen in der abwechselnden Ausdehnung und Zusammenziehung des Körpers beiderlei Bewegungen zusammen; die Holothurien stoßen sich im Wasser fort, indem sie das Wasser aus ihrem Athmungsorgane durch den After austreiben, und der eine Hauptast dieses Organs kann, da er keine Blutgefäße erhält, mithin auch nicht zum Athmen dient, nur für diese Bewegung bestimmt sein; auch die Cephalopoden stoßen sich auf ähnliche Weise fort. Äußere Athmungsorgane werden zum Theil die Mittel der Ortsbewegung: so die flossenartigen Kiemen der Pteropoden, und die nach einander sich bewegenden blattförmigen Kiemen einiger im Wasser lebenden Insectenlarven. Bei den Crustaceen haben die Athmungsorgane an der Function der Gliedmaaßen Theil, oder sind ihnen doch in Bildung und Stellung verwandt, wie Letzteres auch bei vielen Anneliden der Fall ist. Abgesehen davon, daß die freieste Bewegung, die Stimme, von den Athmungsorganen ausgeht, und der Kehlkopf als Luftbehälter für sie dient, so werden auch bei der körperlichen Kraftanstrengung die peripherischen Athmungsmuskeln unter Verschließung der Kehlritze in Spannung gesetzt.

§. 979. Unter den plastischen Lebensthätigkeiten steht A) hauptsächlich der Blutlauf in einer nähern Beziehung zum Athmen. a) Er wird von demselben bestimmt (§. 764 fgg.). Denn beim Einathmen strömt das Blut des Hohlvenensystems in größerer Menge nach den Lungen, weil es theils von der hier eingedrungenen atmosphärischen Luft angezogen wird, theils bei der Erweiterung der Luftröhrenverzweigungen auch in den Haargefäßen mehr Raum findet; eben so haftet dann das Blut länger in denselben,

sowohl weil es einer gewissen Zeit bedarf, um sich mit Sauerstoff zu sättigen, als auch aus mechanischen Gründen: denn wenn man die Lungen eines Leichnams mit Luft gefüllt hat, so gehen, wie Home (Nr. 165. V. p. 124) und Defermon (Nr. 199. XIV. p. 19) bemerken, Injectionen aus den Arterien derselben nicht wie sonst in die Venen über. Beim Ausathmen treten die entgegengesetzten Verhältnisse ein: die Lungen stoßen das durch die Wechselwirkung mit der Atmosphäre arteriös gewordene Blut bei ihrer Zusammenziehung aus. Denn wie der Blutlauf überhaupt durch eine auf chemisch-dynamischen Verwandtschaftsverhältnissen beruhende Anziehung und Abstoßung bestimmt wird (§. 775. a), so stockt auch das Blut in den Lungen, wenn durch Beimischung indifferenter Substanzen seine Verwandtschaft zur Atmosphäre geschwächt oder aufgehoben worden ist (§. 744). Wird also die Umwandlung des Blutes in den Lungen durch Mangel an atmosphärischer Luft oder durch Eintritt eines irrespirabeln Gases gehindert, so wird es auch nicht gehörig oder gar nicht durch die Lungenvenen zurückgeführt, so daß der Blutlauf überhaupt dadurch in Stocken kommt. Daher findet man denn, besonders wenn die Erstickung plötzlich und bei voller Lebensthätigkeit eingetreten ist, die Lungen, den Lungenarterienstamm, das rechte Herz und das Hohlvenensystem von Blut strotzend; vorzüglich zeigt sich diese Überfüllung am Kopfe, in dem aufgetriebenen Gesichte, der angeschwollenen und vorragenden Zunge, den hervorgequollenen Augen, und den strotzenden Venen und Blutleitern des Gehirns. Erfolgt die Erstickung allmählig, so kann das linke Herz bei seiner Diastole noch Blut aus den Lungen ziehen, so daß der Kreislauf noch eine Zeit lang fortdauert und jene Erscheinungen nicht so stark hervortreten. Das linke Herz kann auch von dem venös gebliebenen Blute in seiner Thätigkeit geschwächt werden: so fand Alison (Nr. 792. II. S. 241) bei einem Kaninchen, welches er bis zum Eintritte von Athmungsbeschwerde Stickgas einathmen lassen und dann getödet hatte, das rechte Herz mit der Lungenarterie strotzend, und die Bewegung desselben sehr schwach, die des linken Herzens aber fast ganz aufgehoben. Indeß beweist diese Erfahrung wenig, und jedenfalls ist die Schwä-

31 *

chung des Herzens nur ein untergeordneter Umstand (§. 743. b).

b. b) Die Lungen zeichnen sich durch ihren Reichthum an Blut aus, indem sie die ganze Masse desselben umzuwandeln bestimmt sind, und in derselben Zeit eben so viel aus dem rechten Herzen empfangen als der ganze übrige Körper aus dem linken (§. 716. d). Sie sind häufiger als irgend ein anderes Organ der Entzündung unterworfen, so daß man bei Leichenöffnungen ungemein oft, und auch bei Subjecten, wo die Krankheit sich nicht deutlich geoffenbart hatte, Spuren davon, namentlich in Verwachsungen der Pleura antrifft; auch nimmt das Volumen der Lungen bei ausgebildeter Entzündung bedeutender zu als in jedem andern Organe (Nr. 103. I. 2. Abth. S. 287 fgg.), wie denn auch das begleitende Fieber ungleich heftiger ist. Beide, Blut und Luft, müssen in gehörigem Maaße zusammentreten, um ein vollständiges Athmen zu geben. Das Athmen wird unvollkommen und schwer, wenn im Verhältnisse zur Luft entweder zu viel oder zu wenig Blut in die Lungen tritt (Nr. 571. I. p. 82). So soll nach Bichat (Nr. 559. p. 183) in letzterem Falle dunkles Blut in das linke Herz kommen, wie denn auch ein starker Blutverlust zwar den Umlauf in den Lungen nach Wedemayer (Nr. 243. 1828. S. 350) oft nicht stört, während er in andern Organen schon aufgehört hat, aber nach Blundel (Nr. 169. p. 70) und Piorry (Nr. 196. XIII. S. 189) ein schweres, unregelmäßiges, seufzendes und endlich röchelndes Athmen zur Folge hat. Umgekehrt wird das Athmen durch einen zu starken Andrang des Bluts nach der Brust beklommen, und bei dem sogenannten Lungenschlagflusse erfolgt eine Erstickung durch Überfüllung der Lungen, wobei man das Gewebe derselben dunkler und dichter, auch Blut in die Lungenbläschen ausgetreten findet. Übrigens wird bei einer Beschleunigung des Kreislaufs, wo in gegebener Zeit eine größere Menge Blut den venösen Charakter annimmt, die Athmungsbewegung beschleunigt und nach Davys (Nr. 636. II. S. 96) Erfahrungen die Consumtion des Sauerstoffgases vermehrt.

B. B) Verdauung und Athmung stellen als die Hauptmomente der Blutbildung ein Ganzes dar, indem jene dem Organismus das Basische zuführt, diese die Umwandlung des Basischen durch Oxydation

bewirkt. Sie verhalten sich zu einander wie Anfang und Vollendung, wie dies bei niedern Thieren in der Gestaltung ausgedrückt ist, wo die Blutgefäße ihre Wurzeln am Darme und ihre Zweige an den Kiemen haben. Auf den höhern Stufen der Thierreihe sind die Organe beider Functionen sowohl räumlich und in ihren Organisationsverhältnissen, als auch in ihrer Lebensthätigkeit und consensuell mit einander verbunden. c) Die Athmungsbewegungen fördern mechanisch die Verdauung, indem Zwerchfell und Bauchmuskeln den Digestions- und Egestionsbewegungen zu Hülfe kommen. Aber auch ihrem innern Gehalte nach wird die Verdauung durch die Athmung bestimmt: in reiner atmosphärischer Luft bei gehöriger Thätigkeit der Athmungsorgane nimmt die Eßlust und die Verdauungskraft zu, so wie bei mehr venöser Beschaffenheit des Blutes ab. Nach Krimers (Nr. 511. S. 41 fgg.) Beobachtung verdauten auch Frösche in demselben Maaße, in welchem ihnen das umgebende Medium Sauerstoffgas darbot. d) Eine lebhaftere Verdauung führt hinwiederum auch eine kräftigere Athmung herbei. Nach einer reichlichen Fütterung athmen z. B., wie Sorg und Rengger beobachteten, die Insecten nicht nur lebhafter, sondern sterben auch früher in eingeschloßner oder irrespirabler Luft, was auf eine stärkere Consumtion, so wie auf ein dringenderes Bedürfniß des Sauerstoffgases hindeutet. Während der Verdauung nimmt die Aushauchung von Kohlensäure (§. 840. e), so wie die Consumtion des atmosphärischen Sauerstoffs zu: Seguin (Nr. 173. 1789. p. 575) verzehrte binnen einer Stunde im nüchternen Zustande 1210, während der Verdauung aber 1800 bis 1900 Kubikzoll. C) Übrigens ist das Athmen auch nicht ohne Einfluß auf die Nutrition (§. 843. h), so wie auf die Secretion (§. 843. i. k. 846. q), namentlich der Haut (§. 846. f), der Nieren (§. 846. k) und der Leber (§. 846. o).

c.

d.

C.

§. 980. Betrachten wir nun das Athmen im Ganzen, so ist es klar, A) daß es, seiner Materialität nach genommen, ein gemeinartiger, d. h. ein weder dem Organismus (a), noch dem Leben (b), noch bestimmten Organen (c) eigenthümlicher Hergang ist. a) Unorganische Substanz nimmt vermöge ihres Verwandtschaftsverhältnisses eine bestimmte Menge oder bis zu ihrer Sät-

A.

a.

tigung von dem sie umgebenden Gas in sich auf, und zwar zieht sie, wenn sie in einem Gemenge von Gasen sich befindet, von einigen mehr, von andern weniger an sich, in atmosphärischer Luft aber vorzüglich Sauerstoffgas; sie hält auch die verschiedenen Gase mit verschiedener Kraft zurück, oder läßt sich nicht alle gleich leicht entziehen. Das Wasser (§. 882. a. b) verschluckt ungefähr im Verhältnisse zu seinem Volumen von kohlensaurem Gas 1,000, von Sauerstoffgas 0,050, von atmosphärischer Luft 0,027 bis gegen 0,050, von Stickgas 0,016, und von Wasserstoffgas 0,015. Aus der Atmosphäre nimmt es deren Bestandtheile in verschiedenen Proportionen in sich auf: die von dem Flußwasser eingesogene Luft enthielt nach Thomson (Nr. 576. 2. Série. III. p. 57) 0,290 Sauerstoffgas und 0,710 Stickgas, nach Provençal und Humboldt (Nr. 684. II. p. 381) 0,306 bis 0,315 Sauerstoffgas, 0,634 bis 0,575 Stickgas, und 0,060 bis 0,110 kohlensaures Gas. Es zieht demnach aus der Atmosphäre mehr Sauerstoffgas als Stickgas an, und zwar um so mehr, je schneller es fließt und je länger sein Lauf ist. So hält es dasselbe auch ungleich kräftiger zurück, und läßt sich durch anhaltendes Kochen bei verhindertem Zutritte atmosphärischer Luft ganz davon befreien. Wird das Wasser mit dem aus den Mineralien entwickelten kohlensauren Gas geschwängert, so nimmt es weniger aus der Atmosphäre auf: so fand Henry in der dem Brunnenwasser beigemengten Luft 0,711 kohlensaures Gas, 0,098 Sauerstoffgas und 0,191 Stickgas. Die dem Meerwasser in einer Tiefe von 2500 beigemengte Luft enthielt aber nach Biot (Nr. 584. XXVI. S. 474) nicht mehr als 0,08 Sauerstoffgas und dagegen 0,92 Stickgas, indem wahrscheinlich ein Theil des erstern durch das Athmen der Meeresbewohner verzehrt worden ist. — Die Erden saugen Sauerstoff aus der Atmosphäre ein, und zwar in verschiedenem Maaße: nach Schübler (Nr. 208. XXXVIII. S. 143) wurden binnen 30 Tagen aus 15 Kubikzoll atmosphärischer Luft von 1000 Gran Quarzsand 0,24, von Gipserde 0,40, von Kalksand 0,84, von lettenartigem Thone 1,59, von kohlensaurem Kalke 1,62, von Gartenerde 2,60 und von Humus 3,04 Kubikzoll Sauerstoffgas aufgenommen. Dabei zeigten sich ähnliche Ver-

hältnisse wie beim Athmen: die Einsaugung wurde durch Feuchtigkeit bedingt (§. 973. b), durch Wärme verstärkt (§. 977. k), und durch dünne Schichten Erde oder Wasser nicht verhindert (§. 973. f). b) Alle abgestorbene organische Substanz zieht, indem sie Kohlensäure ausstößt (§. 882. d), Sauerstoff aus der Atmosphäre. So wirken alle Vegetabilien, besonders aber ihre Kohle; noch stärker als Sauerstoffgas zieht diese kohlensaures Gas, ungleich schwächer aber Stickgas an sich. Daß todte Thiere und alle Theile derselben Sauerstoffgas aus der Atmosphäre einsaugen, hat vornehmlich Spallanzani (Nr. 635. II. p. 258 sq.) erwiesen; die Consumtion war stärker, wenn die thierische Substanz zerschnitten war, so daß sie mehr Fläche darbot (§. 964. b), und in der Wärme (§. 977. k); sie betrug jedoch nicht so viel als beim Athmen: Regenwürmer z. B., die während des Lebens in eingeschloßner Luft alles Sauerstoffgas verzehrt hatten, sogen davon nach dem Tode nur 0,10, und bei der Fäulniß nur 0,07 ein (a. a. O. I. p. 7); so absorbirten auch todte Schnecken 3 bis 4 mahl weniger davon als lebende (Nr. 467. p. 81); in einzelnen Fällen fanden jedoch Ausnahmen davon Statt (Nr. 635. I. p. 63. 115). c) Wie es Magendie (Nr. 785. II. S. 271) anerkennt, daß alle Venenzweige in Berührung mit der Atmosphäre athmen können, und die Lungen nur besser als irgend ein anderes Organ dazu organisirt sind, so hat es auch Arnold (Nr. 784. II. S. 200) schon ausgesprochen, daß die Athmung gleich der Verdauung (§. 955. A) über ihre eigentlichen Organe hinaus sich erstreckt. Außerhalb der Lungen wird zwar das in den Haargefäßen enthaltene arteriöse Blut überall in venöses umgewandelt, aber nur weil die Organe hier eine stärkere Einwirkung auf dasselbe ausüben; so sah Wedemeyer (Nr. 529. S. 243) bei Fröschen das Blut in den Gekrösvenen bei Berührung mit atmosphärischer Luft erst dann hellroth werden, wenn es stockte, also seine lebendige Wechselwirkung mit der umliegenden organischen Substanz aufgegeben hatte. Von der bei niedern Thieren vorkommenden Hautathmung (§. 965. A) finden sich noch Spuren bei Menschen und Säugethieren. Abernethy (Nr. 556. S. 117. 128) hielt seine Hand unter Quecksilber in ein Gefäß mit Luft,

das 7 Unzen Wasser faßte: nach 5 Stunden war 1/6, nach 9 Stunden 1/4 und nach 12 Stunden die Hälfte des in der Luft enthaltenen Sauerstoffgases verschwunden; unter den verschiedenen Gasarten wurde Sauerstoffgas am stärksten, demnächst kohlensaures Gas, dann oxydirtes Stickgas, weniger das Wasserstoffgas und am wenigsten das Stickgas eingesogen. Sorg hielt einen Arm 4 Stunden lang in ein mit Sauerstoffgas gefülltes Gefäß, und fand dann, daß 2/3 dieses Gases verschwunden waren. Steckt man ein Thier bis an den Kopf in Schwefelwasserstoffgas, so zeigt sich dieses dann im Zellgewebe der Haut und im Blute, wie Emmert (Nr. 482. I. S. 97) und Lebküchner (Nr. 423. VII. p. 424) beobachteten. — Wiewohl eine wirkliche Darmathmung bei Mammalien nicht vorkommt (§. 966. d), und das Blut in den Gefäßen eines mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas gefüllten Darmstücks nach Bichat (Nr. 103. II. 2. Abth. S. 33 fg.) seine Farbe nicht ändert, so haucht doch der Verdauungscanal Gase aus (§. 817. c), und saugt andere ein: hatte Foderá (Nr. 625. p. 12) Schwefelwasserstoffgas in ein doppelt unterbundenes Darmstück eines Kaninchens gebracht, so erfolgte der Tod unter Vergiftungszufällen, und das Gas war nicht mehr im Darme; Hunde, welchen Wedemeyer (Nr. 529. S. 445) dasselbe Gas in den Mastdarm gesprützt hatte, starben unter Erstickungszufällen. — Gleichen Erfolg sahen beide Beobachter, wenn sie dieses Gas in die Bauchhöhle oder in das Zellgewebe eines Thiers getrieben hatten. — Die atmosphärische Luft, welche J. Davy (Nr. 172. 1823. p. 500 sqq.) einem Hunde in den einen Brustfellsack getrieben hatte, bestand nach 48 Stunden aus 0,93 Stickgas und 0,03 Sauerstoffgas; eine Mischung von 0,200 kohlensaurem Gas, 0,632 Stickgas und 0,168 Sauerstoffgas, einem andern Hunde eben so eingesprützt, bestand nach 48 Stunden aus 0,183 kohlensaurem Gas, 0,783 Stickgas und 0,034 Sauerstoffgas: auch hier war also vom Sauerstoffgas mehr als von kohlensauren, und von diesem mehr als vom Stickgas eingesogen. Eben so beobachtete Davy die Einsaugung von Wasserstoffgas und oxydirtem Stickgas. So will auch Segalas (Nr. 216. IV. p. 289) bemerkt haben, daß Thiere nach

dichter Verschließung der Luftröhre später starben, wenn ihnen die Brusthöhle geöffnet war, so daß die äußere Oberfläche der Lungen mit der Atmosphäre in Berührung kam, ja daß der Tod selbst durch Bloßlegen der Baucheingeweide oder durch Abziehen des Fells etwas verzögert wurde. B) Hiernach wird denn das Athmen durch die Verwandtschaft der Stoffe bestimmt. d) Die verschiedenen Gasarten vereinen sich unter einander zu einem gleichförmigen Gemenge, und werden auch durch eine zwischen ihnen ausgespannte thierische Membran oder durch eine andere poröse Wand nicht daran verhindert, sondern dringen hindurch, indem sie von einander angezogen werden (§. 882. b). Ungeachtet diese nach Ausgleichung strebende Anziehung gegenseitig ist, zeigt doch das eine Gas mehr Kraft: kohlensaures Gas wird nach Faust von atmosphärischer Luft, Sauerstoffgas von Stickgas angezogen (Nr. 196. XXVII. S. 118); nach Stevens (Nr. 172. 1835. p. 350) wird das kohlensaure Gas auch von Sauerstoffgas angezogen, so daß ein Stück Darm oder die Lunge eines Kaninchens, mit ersterem Gas gefüllt und in letzteres gehängt, schlaff wird, und in umgekehrtem Falle bis zum Bersten anschwillt. e) Eine feste oder tropfbare Substanz nimmt ein ihr verwandtes Gas in sich auf; enthält sie aber ein anderes Gas, so stößt sie von diesem mehr oder weniger aus. Während z. B. andere Erden aus der Atmosphäre bloß Sauerstoffgas einsaugen, stößt der Humus dabei auch Kohlensäure aus; wird das mit atmosphärischer Luft geschwängerte Wasser in Sauerstoffgas gebracht, so nimmt es von diesem auf, und giebt dagegen Stickgas ab, so wie es umgekehrt in diesem etwas von seinem Sauerstoffgas ausstößt (Nr. 100. IV. S. 201). f) Ähnliches findet bei dem aus der Ader gelaßnen Blute Statt. Nach den Untersuchungen von Hoffmann (Nr. 196. XXXVIII. S. 252 fgg.) ist die Verwandtschaft des Bluts zu den ihm beigemengten Gasen so stark, daß es unter der Luftpumpe nur wenig davon fahren läßt, während es, mit einer andern Gasart geschüttelt, mehr abgiebt: mit Kohlensäure geschwängert, stieß es solche aus, wenn es mit atmosphärischer Luft geschüttelt wurde, und mit letzterer geschwängert, gab es beim Schütteln mit kohlensaurem Gas Sauerstoffgas ab; Stickgas zog beim

B.

d.

e.

f.

Schütteln aus arteriösem Blute Sauerstoffgas, aus venösem Blute kohlensaures Gas. Jede Blutart zeigt um so größere Verwandtschaft zu einem Gas, je weniger sie davon enthält: nach Enschut (Nr. 774. p. 80. 92) saugt das venöse Blut mehr Sauerstoffgas und weniger kohlensaures Gas ein als das arteriöse; hat man das Blut mit Kohlensäure geschwängert, so findet man, daß diese am arteriösen Blute stärker haftet, und sich nicht so vollständig entbinden läßt, wie aus venösem (ebd. p. 143); Sauerstoffgas wird vom Blute am stärksten angezogen, und zieht auch die meiste Kohlensäure aus demselben; in letzterer Hinsicht steht ihm die atmosphärische Luft am nächsten, während das Wasserstoffgas schwächer, und das Stickgas noch schwächer wirkt (ebd. p. 146 sq.).

g. g) Ein ähnlicher Austausch findet nun, wie bereits angeführt ist, beim Athmen besonderer Gasarten Statt: beim Einathmen von kohlensaurem Gas oder Wasserstoffgas wird Stickgas und Sauerstoffgas ausgeathmet (§. 841. a. b. i), beim Einathmen von Sauerstoffgas wird Stickgas (ebd. e) und beim Einathmen von letzterem ersteres ausgeathmet (ebd. g).

h. h) So dürfen wir denn mit vollem Rechte annehmen, daß das normale Athmen in einem Austausche von Gasen zwischen dem Blute und der Atmosphäre besteht, wie dies bereits oben (§. 817. a. 882. b. f) ausgesprochen, schon von Testa (Nr. 107. S. 371) einigermaaßen vermuthet, und von Treviranus (Nr. 186. IV. S. 31. Nr. 568. I. S. 361), Faust (Nr. 196. XXVII. S. 120), Hoffmann (a. a. O.) und Magnus (Nr. 584. CXVI. S. 589) am bestimmtesten anerkannt worden ist. Hoffmann bemerkt, daß das Stickgas der Atmosphäre, da es ungleich schwerer als Sauerstoffgas eine thierische Membran durchdringt, erst nachdem dieses völlig eingesogen worden, in das Blut gelangen könne, daß es sich aber beim Athmen durch Anziehung der Kohlensäure aus dem Blute wirksam beweise. Coutanceau (Nr. 616. p. 116 sq.) glaubt zwar die Aufnahme von Sauerstoffgas könne nicht auf einer Verwandtschaft zwischen dem Blute und der Luft beruhen, weil sie bei den verschiedensten Proportionen dieses Gases in der eingeathmeten Luft sich immer gleich bleibe; indeß würde dies nur auf einen vom Blute unter allen Umständen erstrebten Sättigungs=

punct hindeuten. i) Die aufgestellte Ansicht erklärt mancherlei Umstände beim Athmen. Da die Mund- und Nasenhöhle, Kehlkopf und Luftröhre sammt deren Ästen etwa 50 Kubikzoll Luft fassen, mit einem Athemzuge aber nur 10 bis 20 Kubikzoll Luft eingezogen und ausgestoßen wird, so könnte der Wechsel nur die in jenen Luftwegen enthaltene Luft treffen, und über die in den Lungen für immer vorhandenen 80 bis 120 Kubikzoll Luft sich nicht verbreiten: allein da die verschiedenen Gasarten sich gleichförmig mengen, so wird dies auch in den Lungen und Luftwegen geschehen. — Wenn 10 Unzen Kubikzoll Blut bald 0,57, bald 1,4 Kubikzoll Sauerstoffgas einsogen, so hing dies nach Christisons (Nr. 423. XXVII, p. 242 sq.) Bemerkung vorzüglich von dem verschiedenen Grade der Venosität ab: wenn bei beschleunigtem Kreislaufe das arteriöse Blut weniger venös geworden ist, so hat es auch keine so starke Verwandtschaft zum Sauerstoffe, als wenn es langsamer durch die Haargefäße geflossen und durch die Wechselwirkung mit der umliegenden organischen Substanz mehr umgewandelt worden ist. — Ist das Blut durch Infusion mit atmosphärischer Luft geschwängert (§. 744. A), so hat es keine Verwandtschaft mehr zum atmosphärischen Sauerstoffe, und es erfolgt der Tod, nicht, wie Magendie (Nr. 789. I. p. 59) annimmt, wegen Anhäufung der Luft im rechten Herzen, sondern weil das Blut in den Lungen nicht mehr arteriös wird und deshalb in ihnen stockt: im Aortensysteme erscheint dann bräunliches Blut, auch wenn die Athmungsbewegungen nicht gestört sind (Nr. 418. p. 44). Eben so wirkt die Infusion indifferenter Substanzen (§. 744. F): nach der Infusion von Baumöl oder von aufgelöster Hirnsubstanz starb das Thier unter Athmungsbeschwerden, die Lungen strotzten von dunklem, klebrigem Blute, und das Blut im Aortensysteme war dunkel gefärbt (Nr. 789. I. p. 139. 151 sqq.). k) Durch einen Austausch der Gase erfolgt auch das Athmen im Wasser. Nach Dutrochets (Nr. 423. 2. Série. I. p. 303) Versuchen gehen, wenn eine Höhle mit permeabeln Wänden, welche eine Mischung von Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoff enthält, in lufthaltiges Wasser gebracht wird, so lange Gase von innen nach außen, und von außen nach innen,

bis die Gase innerhalb und außerhalb der Höhle in gleicher Proportion stehen. Die Kiemen der im Wasser lebenden Insecten enthalten wie die Luftröhren derselben Luft, die einen Theil ihres Sauerstoffs verloren hat und mit Kohlensäure geschwängert ist, nehmen also Luft aus dem Wasser auf, aber verhältnißmäßig mehr Sauerstoffgas, und hauchen kohlensaures Gas aus, so wie auch Stickgas, wenn solches im Übermaaße vorhanden ist, so daß die in ihnen enthaltene Luft der dem Wasser beigemengten gleich wird. C) Das kohlenstoffige Blut der Lungenarterie zieht die an Sauerstoff reichere Luft an sich, und der Druck der Atmosphäre verdrängt die in den Lungen durch Wärme ausgedehnte Luft durch eindringende dichtere Luft; andererseits zieht die Atmosphäre vermöge ihrer Verwandtschaft zum kohlensauren Gas dieses aus dem Blute an sich. Aber der Organismus greift in diesen an seiner Peripherie Statt findenden, von chemischen Verwandtschaften bestimmten Hergang durch Selbstthätigkeit ein, indem er durch eigne Bewegungen jener gegenseitigen Anziehung zu Statten kommt, so daß immer neues venöses Blut und frische atmosphärische Luft mit einander in Wechselwirkung treten. Die Athmungsbewegung verstärkt sowohl die Abgabe von Kohlensäure (§. 843. m), als auch die Aufnahme von Sauerstoff; und so beobachtete Bichat (Nr. 559. p. 259), daß bei Thieren, denen er die Luftröhre verschlossen hatte, das Blut im Aortensysteme später venös erschien, wenn sie die Brust stark bewegten, indem durch diese Stöße die Luft in vielfachere Berührung mit ihren Canälen gesetzt wurde. Die Anziehungen von Seiten des Bluts und von Seiten der Atmosphäre sind einander gegenseitig fördernde, zum Theil auch einander bedingende und gleichzeitig erfolgende Momente; aber die lebendige Bewegung, die überall in wechselnden Gegensätzen auftritt, prägt auch dem Stoffwechsel ihren Charakter auf, so daß beim Einathmen die Zugkraft des Bluts und die Aufnahme des Sauerstoffs das Übergewicht erlangt, beim Ausathmen hingegen die Wirksamkeit der Atmosphäre auf die Kohlensäure des Bluts vorwaltend wird. Dieser Rhythmus des Athmens wird hervorgebracht durch die wechselnde Thätigkeit antagonistischer Muskelkräfte: beim Einathmen ist das Über-

gewicht auf Seiten des Organismus und die animale Peripherie mit ihren zur Ingestion wirkenden, eröffnenden und erweiternden Muskeln thätig, während beim Ausathmen die verengernden, schließenden, mehr dem plastischen Leben zugewendeten Muskeln in Wirksamkeit treten. Der Impuls zu beiderlei Thätigkeiten geht aber vom Nervensysteme aus, und in diesem ist der Grund des Rhythmus zu suchen. l) Martine und Boerhaave (Nr. 95. III. p. 261) beschränkten sich auf die Erklärung der Athmungsbewegung: diese sollte nach Ersterem davon abhängen, daß der Zwerchfellnerve von den durch Einathmen ausgedehnten Lungen zusammengedrückt, unwirksam gemacht, also das Zwerchfell erschlafft würde; nach Letzterem davon, daß beim Einathmen kein Blut aus den Lungen in das Aortensystem fließe, also das Gehirn aus Mangel an Blut seine Wirksamkeit auf die Einathmungsmuskeln aufgebe. m) Andere suchten vornehmlich die Einathmungsbewegung zu erklären. Roose (Nr. 457. S. 115) nahm an, das beim Ausathmen mit mehr Blut gefüllte und dadurch gereizte Gehirn errege die Muskeln zur Einathmung, und da es während dieser weniger Blut empfange, so höre auch seine Wirkung auf diese Muskeln auf, und so erfolge die Ausathmung. Nach Müller (Nr. 673. II. S. 76) soll das verlängerte Mark durch das zu ihm gelangende arteriöse Blut zu Entladungen in die Athmungsnerven erregt werden. Rolando (Nr. 423. V. p. 128 sqq.) glaubt, das venöse Blut in den Lungen verursache eine Reizung im Lungenmagennerven, als einen Empfindungsnerven, die auf das verlängerte Mark sich fortpflanze, von welchem nun die Brustmuskeln zur Einathmungsbewegung bestimmt werden. So wird auch nach Arnold (Nr. 784. II. S. 202) durch den genannten Nerven das Gefühl des Athmungsbedürfnisses, welches von Einwirkung der zum Athmen untauglichen Luft auf die Schleimhaut, und von Ansammlung des Bluts in den Lungengefäßen abhängt, auf das Gehirn fortgepflanzt. n) Da sowohl beim Einathmen als auch beim Ausathmen Muskeln wirken, welche vom Nervensysteme bestimmt werden, so muß in diesem der Grund des Wechsels enthalten sein. Dieses erkennend, glaubte Haller (Nr. 95. III. p. 262 sqq.), daß nur das Be=

streben der Seele das Leben zu erhalten die wechselnden Bewegungen errege; allein die von ihm hier ausnahmsweise benutzte Behauptung Stahls und seiner Schule, daß die bewußtlose Lebensthätigkeit von der Seele bestimmt werde, konnte hier außer allem Zusammenhange mit dem Systeme, dem sie entlehnt war, nicht als gültig erscheinen; und wenn Blumenbach das Ausstoßen der verdorbenen und das Einziehen frischer Luft für ein Werk der Heilkraft der Natur erklärte, so war dies zu unbestimmt, als daß es hätte genügen können. In der bewußtlosen organischen Thätigkeit des Nervensystems muß ein Wechsel Statt finden, der auch unabhängig vom Willen die Athmungsbewegungen erregt. Dies erkannte Bartels (Nr. 771. S. 99 fgg. 141 fgg.) insofern an, als er den Rhythmus des Athmens von dem Antagonismus und der alternirenden Thätigkeit des Gehirns und des Rückenmarks ableitete; aber den Grund dieses Alternirens suchte er wieder in einem äußern Verhältnisse: beim Einathmen soll nämlich das Gehirn mehr arteriöses Blut empfangen und dadurch gereizt den Lungenmagennerven erregen, so daß die Ausathmungsbewegung der Lungen (§. 969. g) eintritt; hierdurch soll dagegen das Gehirn von dem sich ansammelnden venösen Blute außer Thätigkeit gesetzt und für den Augenblick gelähmt werden, wo denn das Rückenmark frei wirken und die Einathmungsbewegungen hervorrufen kann. Allein beim gewöhnlichen Einathmen strömt das Blut nicht stärker zum Gehirne, und bei anhaltendem Einathmen häuft sich eben so wohl wie bei zu lange fortgesetztem Ausathmen venöses Blut daselbst an (§. 766. A); übrigens wären die Athmungsbewegungen bei Fischen und andern niedern Thieren auf solche Weise gar nicht zu erklären. o) Die Einathmungsbewegungen werden nicht allein durch die Muskeln des Kehlkopfs und der Brust, sondern auch durch die von Nase und Mund bewirkt, und diese wirken stärker und mit größerer Anstrengung, wenn aus irgend einer Ursache der Eintritt frischer Luft in die Lungen erschwert oder gehindert ist, selbst da, wo ihr Mühen schlechthin fruchtlos bleiben muß: so dauerten die Athmungsbewegungen der Nase bei einem Kaninchen fort, welchem Foderá (Nr. 580. XVI. p. 295) die Luftröhre unterbunden und weiter

unten eingeschnitten hatte. Aber sie strengen sich eben so zum Einathmen an, wenn die Centralenden der sie bestimmenden Nerven nicht mehr mit den Nerven der Athmungsorgane im Zusammenhange stehen. Legallois (Nr. 560. p. 28. 83—88) beobachtete zuerst, daß nach dem Abschneiden des Kopfs, oder nach Durchschneidung des Rückenmarks am Hinterhaupte, oder nach Zerstörung des Halsrückenmarks, oder nach Durchschneidung des Lungenmagennerven die Thiere noch eine Zeit lang (zum Theil 12 Minuten lang) nach Luft schnappen. Der abgeschnittene Kopf einer jungen Katze schnappte nach Mayers (Nr. 198. 1815. III. S. 192) Beobachtung noch eine Viertelstunde lang nach Luft. Wenn Bell den Zwerchfellnerven und das Rückenmark zwischen Hals und Brust durchschnitten hatte, so zogen sich die Muskeln der Nasenlöcher, des Mauls und des Halses rhythmisch zusammen, und als sie zu wirken aufgehört hatten, fingen sie bei künstlichem Athmen ihre Bewegungen von Neuem an: Müller (Nr. 673. I. S. 337) sah die Athmungsbewegungen rhythmisch fortdauern, wenn er den Lungenmagennerven sammt seinem obern Kehlkopfzweige durchschnitten, auch den Kehlkopf weggenommen und die Luftröhre geöffnet hatte. Klein (Nr. 231. III. 1. Heft. S. 57) beobachtete am Rumpfe eines enthaupteten Menschen 5 Minuten lang deutliche Athmungsbewegungen. Hieraus folgt, daß die verschiedenen Puncte des sensibeln Centralorgans eine Einwirkung auf die ihnen untergeordneten Muskeln abwechselnd ausüben und aussetzen; daß sie ferner unter sich abwechseln, so daß, wenn der eine die ihm zugehörigen Muskeln in Thätigkeit setzt, der andere nicht nach außen wirkt; daß dieser Antagonismus oder dieser Pendelschlag im organischen Leben des Nervensystems dem Bedürfnisse des Organismus, Sauerstoff in das Blut einzuziehen und Kohlensäure auszustoßen, entspricht; daß endlich jeder einzelne Punct des Centralorgans, wenn ihm kein arteriöses Blut zugeführt wird, für sich allein die von ihm abhängigen Athmungsbewegungen hervorrufen kann. Eine Auseinandersetzung dieser Verhältnisse im Einzelnen gehört der Lehre vom Nervenleben an.

D) Die Kenntniß der Atmosphäre mag durch unsere derzeitige Bekanntschaft mit dem Stickgas, Sauerstoffgas und kohlensauren D.

Gas nicht erschöpft sein; es können z. B. elektrische Verhältnisse, vielleicht selbst durch die Wechselwirkung der verschiedenen Himmelskörper bestimmt (Nr. 100. II. S. 443 fgg.), einen nicht unwesentlichen Antheil haben. Doch auf bloße Vermuthungen können wir eine Ansicht von der Bedeutung des Athmens nicht gründen, sondern müssen uns vor der Hand mit jenen Kenntnissen begnügen. Hiernach erscheint uns der Sauerstoff zwar nicht, wie Girtanner wollte, als das Lebensprincip, wohl aber als der entschiedenste Gegensatz zu allen übrigen Stoffen, der in diesen, bevor es zur Ausgleichung kommt, das Streben sich mit ihm zu verbinden und somit eine regere Thätigkeit weckt. So giebt er dem Blute, in welchem er sich noch frei behauptet und keine Verbrennung eingeht, eine innere Spannung und chemische Regsamkeit, die sich im Organismus als höhere Lebendigkeit äußert (§. 752. g). Das Blut, welches durch sein Auseinanderweichen in die mannichfaltigen Gebilde und durch seine Wechselwirkung mit den bestehenden sich in der Besonderheit erschöpft hat, erfrischt sich unter der Einwirkung des allgemeinen Luftmeers (§. 774. k). Das venöse Blut, von diesem angezogen (§. 764. b), strömt beim Einathmen in die Lungen (§. 766. a. b), nimmt das erregende Sauerstoffgas in seinen wesentlichsten Theil, die Blutkörner (§. 774. g) auf, um dann beim Ausathmen mit erneuter Kraft gegen die der Lebenserhaltung bedürftigen besondern Organe sich zu ergießen (§. 766. c). So bilden die Lungen einen Gegensatz zum übrigen Körper, da in ihren Haargefäßen das Gegentheil von Dem erfolgt, was in allen übrigen geschieht; und da durch das Athmen nicht sowohl organische Masse, als vielmehr Belebung derselben gewonnen und die Thätigkeit gesteigert wird, so giebt das Centralorgan des Nervensystems fast in seiner ganzen Ausdehnung den Impuls zu den vermittelnden Bewegungen. Wie aber das Athmen in seinen unvollkommnern Formen die Entwickelung des Eies und des Embryo bedingt (§. 357. 467) und sein Übergang zu einer höhern Form der erste Act des beginnenden selbstständigen Lebens ist (§. 503 fgg.), so genügt auch den niedern Organismen ein beschränkter und vermittelter Verkehr mit der Atmosphäre, und steigert sich das Bedürfniß eines freien und unmittelbaren

Verkehrs in demselben Maaße, in welchem das animale Leben sich höher entwickelt.

Weitere Ausbildung im Blutsysteme.

§. 981. Wenn wir von der Wechselwirkung mit der Atmosphäre, als dem einen Momente der vollen Ausbildung des Blutes ziemlich befriedigende Kenntnisse haben, so ist dies ungleich weniger der Fall mit dem andern Momente, der innern Wechselwirkung der organischen Theile. Denn theils ist hier nicht, wie dort, ein äußres Agens vorhanden, welches eine genauere Untersuchung seiner Beschaffenheit vor und nach seinem Verkehre mit der organischen Substanz zuließe; theils treten auch die Veränderungen hier mehr allmählig ein, so daß sie unmerklich werden. Wir müssen uns daher meist mit Vermuthungen über diesen Gegenstand begnügen. a) Da in den verschiednen Organen bei der Nutrition und Secretion die Blutstoffe in verschiednen Proportionen verwendet werden, so muß nothwendig das aus jedem Organe zurückkehrende Blut eine eigne Qualität haben, wenn auch die chemische Untersuchung dies nicht nachzuweisen vermag. Nun werden im Hohlvenensysteme diese verschiednen Blutmassen mit einander gemengt, und die Eigenthümlichkeiten dieses Systems scheinen darauf hinzuwirken, daß eine gleichförmigere Mischung zu Stande komme. Das Blut verweilt hier, wo es mehr Raum findet und einer geringern Bewegungskraft unterworfen ist, längere Zeit, fließt namentlich in den Verzweigungen langsamer und nur in demselben Maaße, als es dem Herzen sich nähert, immer schneller. Die Ströme der untern und obern Hohlvene treffen auf einander, und werden durch die Systole des Hohlvenensacks zum Theil zurückgestoßen, und dies wird dadurch möglich gemacht, daß hier nicht wie an den Herzvenen, die ein gleichartiges Blut führen, Klappen den Rücktritt hindern. So hat auch der Hohlvenensack bei größrer Geräumigkeit mehr Vorsprünge und Buchten, mithin Mittel das Blut durch einander zu rühren, als der Lungenvenensack, der gleich den Herzvenen nur von einem einzigen Organe sein Blut empfängt (Nr. 419. II. p. 196. 204). b) Bei

a.

b.

vergifteten Wunden wird die allgemeine Wirkung des Gifts durch eine Unterbindung des verwundeten Gliedes verhütet; gleichwohl ist in diesem der Blutlauf nicht völlig gehemmt: folglich muß das Gift nur dadurch unschädlich gemacht werden, daß es langsamer und allmähliger im Blute sich verbreitet (Nr. 689. p. 99); wirklich kann man in solchen Fällen auch die Ligatur ohne Gefahr von Zeit zu Zeit wegnehmen, so daß nur kleine Portionen des Giftes auf einmahl in das Blut kommen (Nr. 701. S. 41). Hierzu kommt nun, daß, wie Magendie (Nr. 216. I. p. 60 sqq.), Morgan und Addison (Nr. 701. S. 15) fanden, das arteriöse oder venöse Blut eines vergifteten Thiers, unmittelbar in das Gefäßsystem eines gesunden Thiers übergeführt, hier keine Vergiftungszufälle hervorbringt (vgl. §. 897). Es ist nicht wahrscheinlich, daß das Gift aus dem Blute des ersten Thiers durch Secretion so schnell gänzlich entfernt sei oder seine Wirksamkeit auf dessen Leben völlig erschöpft habe, wenn nicht auch eine umwandelnde Kraft des Bluts dabei mitwirkte. So mag denn wohl auch das Hohlvenenblut den in kleinen Quantitäten und nur allmählig ihm beigemischten Chylus oder die Lymphe sich aneignen, und diesen Flüssigkeiten seinen Charakter mittheilen. Gleiches mag auch bei der Infusion von fremdem Blute erfolgen; zwar fand Blundell (Nr. 169. p. 89) bei einem Hunde, den er verbluten lassen und durch Infusion von Menschenblut wieder zum Leben gebracht hatte, daß das einige Minuten darauf aus der Carotis gelaßne Blut in Hinsicht auf die Schnelligkeit des Gerinnens nicht dem von Hunden, sondern dem von Menschen glich: allein in so kurzer Zeit und bei größtentheils entleertem Gefäßsysteme war natürlich auch eine vollständige Umwandlung nicht zu erwarten.

§. 982. Was die Secretionen anlangt, so ist es klar, daß sie nicht allein durch Ausstoßung eingedrungener fremdartiger Substanzen die Integrität des Blutes aufrecht halten, sondern auch die normale Proportion seiner Bestandtheile herstellen, indem die durch die eine Secretion überschüssig gewordenen Stoffe durch andre ausgeschieden und auf das rechte Maaß zurückgeführt werden (§. 892. e). Auf solche Weise werden die entfernten und

unorganischen Bestandtheile in ihrer ursprünglichen Gestalt, die organischen hingegen zersetzt und in neuen Verbindungen ausgestoßen. So wird z. B. die Harnabsonderung ein Mittel, das Blut von seinem Überschusse an Wasser, Salzen und Erden zu befreien, die dabei ungeändert hervortreten; der in dem Faserstoffe oder Eiweißstoffe (§. 879. v) überschüssig gewordene Stickstoff hingegen wird durch Bildung von Harnstoff und Harnsäure ausgeschieden. Diese Bestandtheile des Harns sind nämlich nicht mit der Nahrung aufgenommen worden, denn sie kommen auch bei pflanzenfressenden Thieren vor, und bilden sich nur reichlicher bei stickstoffiger Nahrung, ohne daß sie selbst darin enthalten sind (§. 853. k). Auch sind sie nicht durch die Verdauung gebildet, denn sie finden sich nicht im Chylus, und sind nach nächtlichem Schlafe reichlicher im Harne vorhanden, als unmittelbar nach vollbrachter Verdauung. Allein eben so wenig entstehen sie bei der Resorption, denn sie fehlen im Venenblute und in der Lymphe nach Lassaigne selbst bei achtzehntägiger Entziehung von Nahrung. Sie werden also erst in den Nieren gebildet; da aber die Secretionsorgane nur die Mittel sind, durch welche das, was im Gesammtleben seinen wirklichen Grund hat, vollzogen wird, so kann bei Unthätigkeit der Nieren wie bei der Cholera, oder nach Ausrottung derselben Harnstoff und Harnsäure an irgend einer andern Stelle sich erzeugen und dann im Blute sich finden. — Besonders scheint die Leber in einer innigen Beziehung zum Blute und zum plastischen Leben überhaupt zu stehen, da sie beinahe im ganzen Thierreiche sich vorfindet, durch Reichthum an Gefäßen sich auszeichnet, und da bei ihren Krankheiten der Bildungshergang mehr oder weniger gestört ist. Offenbar erfährt das ihr zugeführte Pfortaderblut eine bedeutende Veränderung, da es Eigenthümlichkeiten hat, die im Blute der Lebervenen und der Hohlvene nicht mehr bemerkt werden. Die Kenntniß dieser Eigenthümlichkeiten (§. 886. f), die bei den widersprechenden Behauptungen der frühern Beobachter (Nr. 95. VI. p. 497) sehr unsicher war, hat durch die neuern Untersuchungen von Schultz (Nr. 765. S. 157 fgg. Nr. 229. XLIV. S. 5—42. Nr. 191. 1838. 4. Stück. S. 13 fgg.) gewonnen. Hiernach unterscheidet

sich das Pfortaderblut vom Hohlvenenblute erstlich dadurch, daß es dunkler, durch Neutralsalze gar nicht, durch Sauerstoffgas wenig zu röthen, und sein Cruor im getrockneten Zustande nicht dunkelroth, sondern schmuzig graubraun ist; der Cruor soll im Verhältnisse zum Eiweißstoffe reichlicher vorhanden sein, und aus alten, verbrauchten Blutkörnern bestehen, an welchen die farbige Hülle überwiegt, indem die Auflösung bereits den Kern ergriffen hat. Es enthält zweitens weniger feste Theile, und ist drittens besonders arm an Faserstoff, gerinnt daher entweder gar nicht, oder giebt einen Kuchen, welcher weich bleibt und nach 12 bis 24 Stunden zum Theil sich auflöst, so daß bloß ein schwarzer Bodensatz davon zurückbleibt. Dagegen enthält es viertens beinahe noch einmahl so viel Fett, besonders in seinem Faserstoffe, und dasselbe zeichnet sich durch seine schwarzbraune Farbe und schmierige Consistenz aus. a) Die einfachste Annahme ist nun, daß das Blut theils durch sein längeres Verweilen, welches von der größern Länge und vielfachen Anastomose der Darmgefäße, von der Beschaffenheit der Milz, und überhaupt von dem trägern Blutlaufe in dieser Abtheilung des Gefäßsystems abhängt, theils durch die so reichliche Secretion des Magen= und Darmsaftes, namentlich durch die Entwicklung von freier Säure darin, an Sauerstoff und Stickstoff ärmer und an Kohlenstoff reicher geworden ist, von festen Bestandtheilen, namentlich von Faserstoff mehr verloren und dagegen an Fett gewonnen hat; daß die Leber ihrer Seits das Fett und den Cruor zur Gallenbildung verwendet und dadurch das Blut von seinem Überschusse an Kohlenstoff befreit. Hiernach steht die Leber, als combustibeln Kohlenstoff ausscheidend, den denselben Stoff im comburirten Zustande ausscheidenden Lungen gegenüber (Nr. 643. II. S. 51), und es zeigt sich ein Antagonismus zwischen beiden, indem bei den im Wasser, in Sümpfen und an feuchten Orten lebenden Thieren, so wie beim Embryo die Leber größer ist als bei reiner Luftathmung, auch in feuchter Hitze die Gallenbildung verstärkt wird und Leberkrankheiten häufiger vorkommen. Der Einwurf, daß die Leber im Verhältniß zur Menge der abgesonderten Galle zu groß sei, als daß die Function dieses Organs auf Secretion beschränkt sein

sollte, ist nicht erheblich; denn da die Galle viel eigenthümlicher ist als die meisten andern secernirten Flüssigkeiten, so kann zu ihrer Bildung auch eine größre Menge Blut und ein voluminöserer Apparat erfordert werden. b) Da die Venen des Verdauungsorgans ihren Inhalt zur Leber führen, so glaubte das ganze Alterthum, letztre empfange auf solche Weise das Product der Verdauung, um dasselbe in Blut zu verwandeln, die hierzu untauglichen Stoffe aber als Galle abzuscheiden. Auch bei Kenntniß des Lymphsystems machte sich diese Ansicht theilweise noch geltend. So nahmen Grimaud (Nr. 98. II. p. 265) und Hartmann (Nr. 814. S. 14 fgg.) an, ein großer Theil des Chylus werde in die Leber geführt, um daselbst assimilirt zu werden; die Galle soll aus den Nahrungsstoffen gebildet werden, namentlich das Pikromel, da Lassaigne dasselbe in der Galle des Embryo nicht vorfand. Das Blut soll in der Leber nach Haller (Nr. 95. VI. p. 495) von den im Darme entwickelten faulen Dünsten, nach Prochaska (Nr. 452. S. 418) von den aus den Nahrungsmitteln gezogenen gröbern brennbaren Stoffen befreit werden. Tiedemann (Nr. 222. S. 85) nahm an, das Pfortaderblut führe die aus dem Darme aufgesogenen fremdartigen Substanzen und einen Theil des Chylus zur Leber, wo beide unter Beimischung von arteriösem Blute assimilirt würden. Denis (Nr. 423. 3. Série. I. p. 179) glaubt, ein großer Theil der Getränke, die meisten Salze und die aus den Nahrungsmitteln gezogenen eigenthümlichen Moleculen gelangten in die Leber, und hier werde die gelbe Substanz des Blutserums gebildet, welche durch ihren Zutritt den Chylus in Blut verwandle. — Allen diesen Meinungen fehlt es aber an hinlänglichen Beweisgründen. Das Blut bildet sich beim Embryo außerhalb des Leibes, ehe eine Galle absondernde Leber existirt. Dann erfolgt diese Secretion, ehe noch Nahrung aufgenommen wird; sie geht bei irgend welchen Nahrungsmitteln auf gleiche Weise vor sich, und ist bei lange dauernder Entziehung derselben noch reichlich, kann also ihren Stoff nicht unmittelbar den Nahrungsmitteln entnehmen. Durch gelbe Färbung des Serums wird der Chylus noch nicht in Blut verwandelt. Daß aber das Pfortaderblut seine Eigenthümlichkeit

b.

nicht dem beigemischten Theile der Nahrungsmittel oder Chylus verdankt, ergiebt sich aus der von Schultz (a. a. O.) angestellten Vergleichung desselben bei verschiednen Zuständen. Es ist nämlich bei Thieren im nüchternen Zustande dunkler, wässeriger, an Faserstoff ärmer, an Fett reicher als nach reichlicher Fütterung, hat also diese charakteristischen Eigenschaften nicht durch den Verdauungsproceß, sondern durch das längere Verweilen in den Gefäßen, durch den Contact mit der umgebenden organischen Substanz, und durch die damit verbundne Secretion gewonnen. So ist auch sein Fett von dem weißen, zum Theil krystallinischen Fette des Chylus qualitativ verschieden. c) Scheint nun hiernach die Zuführung fremdartiger Substanzen aus dem Verdauungscanale zur Leber nicht wesentlich zu sein, so kann sie doch unter gewissen Umständen Statt finden, und durch die eigenthümlichen Verhältnisse dieses Organs unschädlich werden. Magendie (Nr. 216. I. p. 37 sqq. Nr. 785. II. S. 224 fg. Nr. 789. I. p. 159) fand, daß dieselbe Quantität von fettem Öle, von Hirnemulsion, von Galle oder von Luft, welche bei Infusion in die Hohlvenen einen baldigen Tod verursachen, ohne Schaden in die Pfortader gesprützt werden können, und schließt daraus, daß solche fremdartige Substanzen in der Leber mehr vertheilt, über eine größre Masse Blut verbreitet und mit demselben inniger gemischt werden. d) Eine nähere Untersuchung verdiente die von Emmert (Nr. 184. XII. S. 255 fg.) beobachtete Thatsache, daß die Unterbindung der Gekrösvene nahe an ihrer Einsenkung in die Pfortader, bald und spätestens in 3/4 Stunde unter Zufällen großer Schwäche tödet, und eine ungemeine Überfüllung der Gefäße, so wie hin und wieder Blutaustretungen am Darme verursacht, während eine Unterbindung der Hohlvene in der Nierengegend vor 48 Stunden nicht tödlich wird, noch auch ein solches Strotzen der Blutgefäße bewirkt.

c. d. (margin)

A. §. 983. A) Über die Bedeutung der Blutganglien (§. 783. p) schafft uns die unmittelbare Erfahrung wenig Aufklärung. Indessen brauchen wir nur die organischen Verhältnisse dieser Gebilde ins Auge zu fassen, um eine allgemeine Ansicht davon zu gewinnen. Die hier wirkenden Stoffe sind arteriöses

Blut und organisches Gewebe; die Producte sind venöses Blut und Lymphe. a) Die Blutganglien erscheinen demnach erstlich als Divertikel des Gefäßsystems, in welche das Blut von seiner geraden Bahn abgelenkt wird, so daß es hier unter dem Einflusse des umgebenden Gewebes die venöse Beschaffenheit annimmt; mithin wird durch diese Apparate die Venosität des Blutes, folglich auch seine Verwandtschaft zum atmosphärischen Sauerstoffe und seine Anziehungskraft für denselben erhöht, dadurch aber das Athmen verstärkt. b) Zweitens bildet sich eine Flüssigkeit theils aus dem Blute als Überschuß der Nutrition des Gewebes und als interstitielle Secretion (§. 812. b), theils aus dem Gewebe durch dessen Verflüssigung; indem nun diese Flüssigkeit resorbirt wird, kann sie dem Chylus und dem neugebildeten Blute die ihr selbst eigne höhere Animalität mittheilen; so wie auch ihrerseits dadurch erfrischt und verjüngt werden. B) Die von Haller (Nr. 95. VI. p. 423 sqq.) aufgestellte Reihe von Hypothesen über die Wirksamkeit der Milz ließe eine ungleich bedeutendere Vergrößerung zu, als die Zahl der einen bestimmten Aufschluß gebenden Thatsachen. Daß die Milz dem Bildungshergange dient, liegt am Tage; aber über ihre besondre Wirkungsweise ertheilt weder die Zootomie, noch die Pathologie, noch auch das Experiment hinreichende Belehrung. Die schon längst (ebd. p. 421 sq.) und vielfältig vorgenommne Ausrottung wurde nur in seltnen Fällen, und dann wohl nur durch Nebenumstände, als Blutverlust, Eiterung u. s. w. tödlich; oft verursachte sie gar keine bemerkliche Änderung in der Organisation und Lebensthätigkeit, sondern ließ Verdauung, Ernährung, Lebhaftigkeit, Muskelstärke, Zeugungskraft ungestört; und wenn Abweichungen vom gesunden Zustande eintraten, so waren sie in den einzelnen Fällen sehr verschieden. So gaben z. B. vierzig kurz nach einander von pariser Physiologen angestellte Versuche der Art durchaus kein bestimmtes Resultat (Nr. 606. p. 133 sqq.). Die Milz zeigt demnach in ihren Beziehungen zum Leben nur geringe Eigenthümlichkeit, verhält sich mehr gemeinartig, und kann durch die übrigen Organe ersetzt werden. c) Sie bildet ein in hohem Grade venöses Blut. Abgesehen davon, daß oftmahls, z. B.

auch von Tiedemann und Gmelin (Nr. 222. S. 70) keine Verschiedenheit des Milzvenenblutes vom Hohlvenenblute bemerkt worden ist, so ist es auch noch zweifelhaft, ob es die in andern Fällen bemerkte eigenthümliche Beschaffenheit (§. 886. e) nicht mit dem Gekrösvenenblute gemein hat. Indeß sehen wir in der Milz eine Organisation (§. 783. q), vermöge deren das Blut in seinem Laufe verlangsamt, in den Wurzeln der Venen länger zurückgehalten, mithin auch in höherem Grade venös, und dadurch zur Gallenbildung vorbereitet werden muß, wofür die nach Ausrottung dieses Organs bisweilen beobachteten Erscheinungen sprechen. Vielleicht könnte selbst das zutretende Blut schon mehr dazu geeignet sein, wenn der Magen durch die zu ihm tretenden Zweige der Milzarterie für seine saure Secretion mehr sauerstoffige Bestandtheile des Blutes an sich zöge, so daß letztres durch den Gegensatz von Magen und Milz in qualitativ verschiedne Portionen sich theilte. In solchem Falle würde die Milz auch die Secretion des Magensaftes fördern und somit einen Einfluß auf die Verdauung gewinnen. So könnte man es deuten, daß nach Ausrottung der Milz bisweilen außer einer Erweiterung der Kranzadern des Magens eine nur unvollkommne Bildung des Speisebreies (Nr. 95. VI. p. 422. Nr. 605. p. 51 sq.) und des Chylus (Nr. 222. S. 101) beobachtet worden ist, wie denn auch die Magenzweige der Milzarterie bei fleischfressenden Säugethieren zahlreicher und länger sind (Nr. 542. S. 23). Indeß bleibt dies immer hypothetisch, und der Einfluß der Milz auf die Verdauung unbedeutend (§. 957. E), da die Magenzweige der Milzarterie nur einen Theil des Magens mit Blut versorgen, und auch der Verdauungscanal Pfortaderblut für die Gallenbildung

d. an die Leber giebt. d) Schon früher hatte man angenommen, die Milz secernire eine Flüssigkeit, die entweder von Lymphgefäßen aufgenommen, oder durch Venen in die Leber geführt werde, und die Blutbildung unterstütze (Nr. 95. VI. p. 423); so lehren nun auch nach Tiedemanns (Nr. 222. S. 87) Vorgange mehrere neuere Physiologen, daß die Lymphe der Milz zur Assimilation des Chylus mitwirke. Diese Ansicht wurde durch die Bemerkung Hewsons (Nr. 553. III. p. 110) unterstützt, daß diese Lymphe

bei Rindern und Hunden von anderer durch Röthe und höhere Gerinnbarkeit sich unterscheide. Tiedemann (Nr. 222. S. 32. 38. 45. 48. 49) fand dasselbe bei Pferden und Hunden, wie auch Müller (Nr. 673. I. S. 245) bei Rindern. Allein Monro (Nr. 271. S. 43) bemerkte, daß die Milzlymphe bei lebenden Thieren durchsichtig sei, und erst an der Luft sich röthe, wie auch Leuret und Lassaigne (Nr. 642. p. 93) behaupten, daß sie nur bei einem fieberhaften Zustande oder unter den Qualen der Vivisection diese Farbe annehme. Seiler (Nr. 242. II. S. 353 fgg. 394 fg.) fand ebenfalls, daß sie meist nur beim Zutritte der Luft roth werde, und da sie nach Magendie und Tiedemann (Nr. 643. II. S. 80) besonders nur bei solchen Thieren roth gefunden wird, die seit längerer Zeit keine Nahrung erhalten haben, so erscheint uns dies Farbenverhältniß nicht als eine besondre Eigenthümlichkeit, sondern nur als die hier stärker hervortretende Eigenschaft aller Lymphe überhaupt (§. 959. d. e). —

e. e) Hiernach scheinen denn die besondern Beziehungen zur Blutbildung, welche man der Milz zugeschrieben hat, wegzufallen. Hewson (a. a. O.) glaubte, in der Lymphe der Milz Blutkörner zu sehen, und nahm an (ebd. p. 131 — 137), die in der Thymus und den Lymphganglien gebildeten Kerne derselben erhielten in den Zellen der Milz die von deren Arterien secernirte farbige Substanz, und gingen, auf diese Weise mit einer Hülle versehen und vollständig ausgebildet, durch die Lymphgefäße, als ihre Ausführungsgänge in den Lymphstamm und so in das Blut; das Milzvenenblut sei daher nicht gerinnbar, und enthalte keine Kerne der Blutkörner. Allein nach Ausrottung der Milz geht die Blutbildung in den meisten Fällen ungestört vor sich; die Blutkörner sind, wie schon Monro (Nr. 271. S. 42) bemerkte, in den Venen der Milz eben so beschaffen, wie in den Arterien; und die, welche man in der gerötheten Milzlymphe gefunden hat, werden wahrscheinlich von denen in irgend einer andern gerötheten Lymphe nicht verschieden sein. Wenn Arnold (Nr. 784. II. S. 164) behauptet, daß die Milzlymphe auch in ihrem farblosen Zustande außer den Lymphkügelchen zahlreiche, den Blutkörnern in Form und Größe ganz ähnliche Körperchen enthalte, daß also

wirklich Blutkörner in der Milz gebildet werden; und wenn Schultz (Nr. 765. S. 47) annimmt, die in das Blut gekommnen Chyluskügelchen könnten in der Milz abgelagert und umgebildet werden, da die Lymphe daselbst fast gar keine Lymphkügelchen, sondern in der Bildung begriffne Blutkörner enthielte, so bleiben diese Theorieen aus denselben Gründen, welche gegen Hewsons Meinung streiten, noch sehr zweifelhaft. C) Bei den folgenden Blutganglien ist die Beschaffenheit des Venenbluts gar nicht, die der Lymphe wenig bekannt, und nur die interstitielle Flüssigkeit etwas mehr beachtet worden, woraus man aber keine Belehrung hat schöpfen können, so daß alle außer den obigen (a. b) aufgestellte Meinungen über die besondern Functionen dieser Organe rein hypothetisch sind. f) Hewson (Nr. 553. III. p. 78 sqq. 128) glaubte, in der interstitiellen Flüssigkeit der Thymus, so wie in den von da ausgehenden Lymphgefäßen die Kerne von Blutkörnern gefunden zu haben, und nahm an, daß diese hier, so wie in den Lymphganglien, gebildet und durch die Lymphgefäße in das Blut geführt würden, daß aber in den frühsten Perioden des Lebens, wo das Wachsthum am raschesten ist, die Thätigkeit der Lymphganglien unzureichend sein würde, wenn nicht die Thymus ihnen zu Hülfe käme. Nach Haugsted (Nr. 604. p. 282) dient dieses Organ zur Assimilation der Milch bei dem Säuglinge, da die Speicheldrüsen, so wie die Lymphganglien des Gekröses noch nicht völlig entwickelt sind. Arnold (Nr. 784. II. S. 182 fgg.) sucht die Meinungen von Hewson und Haugsted zu vereinigen. g) Die Schilddrüse giebt nach Hofrichter (Nr. 185. VI. S. 168 fgg.) dem vielen und langsam in ihr umlaufenden Blute einen venösen Charakter, um es zum Athmen vorzubereiten; nach Treviranus (Nr. 100. IV. S. 541 fgg.) dient sie zur Assimilation der von der Haut des Kopfs, des Halses und der Brustglieder eingesogenen Flüssigkeit. h) Die Nebennieren sollen nach demselben (ebd. S. 545) eben so für die untern Theile des Körpers wirken, und nach Arnold (a. a. O. S. 188) namentlich die von den Harn- und Zeugungsorganen kommende Lymphe assimiliren. Nach Schmidt (Nr. 602. p. 47 sqq.) sollen sie durch eine in das Blut über-

gehende Secretion diesem die zu gehöriger Erregung des Herzens nöthige Reizkraft ersetzen, welche es durch die Secretion von Darmsaft, Galle und Harn verliert.

Blutbildung überhaupt.

§. 984. Der steten Bewegung des Blutes entspricht ein eben so ununterbrochen fortlaufender Wechsel seiner Substanz; denn indem es fortwährend Stoffe verliert, empfängt es ebenfalls fortwährend einerseits tropfbare Flüssigkeiten aus dem Lymphsysteme, andrerseits gasförmige Stoffe aus der Atmosphäre. a) Bei solchem Gleichgewichte von Verlust und Gewinn erhält sich das Blut in normaler Quantität, und seine Bildung entspricht dem jedesmahligen Bedürfnisse, indem sie bei Leerheit des Gefäßsystems reichlicher, und bei Anfüllung desselben sparsamer vor sich geht (§. 906. d). Nach einer Vergleichung der Menge des Darmkothes zu der der genoßnen festen Nahrung (§. 948. a) können wir (da das wässerige Getränk bald wieder durch Ausdünstung und Harn entweicht) die tägliche Bildung von wirklichem Blute bei einem gesunden Menschen auf ungefähr zwei Pfund schätzen. Wenn aber bei wiederholtem starkem Blutverluste das Leben sich behauptet, wie dies besonders bei Frauen der Fall ist (§. 179), so wird dies nur dadurch möglich, daß die Blutbildung über das Normalmaaß steigt. Man hat Fälle beobachtet, wo Menschen in einem Jahre 1000, in zwei Monaten 310, und in zehn Tagen 75 Pfund Blut verloren (Nr. 95. II. p. 4 sq.), wo man denn rechnen kann, daß die tägliche Blutbildung wenigstens drei bis fünf Pfund betrug. Das Maaß derselben ist im normalen Zustande der Masse des ganzen Körpers angemessen: wird diese durch Amputation eines Gliedmaaßes bedeutend vermindert, so ist ein Theil der bis dahin täglich gebildeten Blutmenge überflüssig, und erregt Zufälle von Überfüllung der Gefäße; diese verschwinden aber allmählig, sei es nun, daß die Blutbildung auf ein dem jetzigen Zustande entsprechendes Maaß zurückgeht, oder daß der Organismus an eine größre Anfüllung des Gefäßsystems sich gewöhnt. Denn die Gewohnheit macht die Erhaltung eines seit

längerer Zeit bestandenen Verhältnisses zum Bedürfnisse. Durch öftern Blutverlust wird die Reizbarkeit so gesteigert, daß eine geringe Vermehrung der Blutmenge Zufälle von Plethora (§. 741. f) hervorbringt. So berichtete Osiander von einer Frau, die, weil sie bei hysterischen Anfällen durch einen Aderlaß sich erleichtert fühlte, diesen so oft wiederholte, daß sie endlich seit mehrern Jahren wöchentlich Blut lassen mußte, weil sie sonst, auch bei der einfachsten Kost in ein hitziges Fieber verfiel; in einem andern Falle verlor ein Mädchen sechs Jahre lang täglich ein halbes Pfund Blut und darüber, und die Unterdrückung der Blutung machte eine künstliche Blutausleerung nöthig (Nr. 100. III. S. 503). Im Gegentheile sehen wir eine große Blutfülle ohne Störung der Lebensthätigkeit, wo eine stärkere Cohäsion den Charakter der organischen Materie ausmacht, bei trocknem Körper und straffer Faser: das Blut hält hier seine Bestandtheile fester zusammen, so daß die Secretion, namentlich die Fettbildung geringer ist, während der Organismus eine größre Anfüllung des Gefäßsystems verträgt. b) Der Gesammtorganismus schafft sich das ihm nöthige Blut, indem die verschiednen Organe zu diesem gemeinsamen Zwecke zusammen wirken. Da nämlich die Blutbildung der Blutzersetzung gegenübersteht, so hat sie da ihre Quellen, wo diese ihr Ziel findet. Wie nun die Entwicklung aus dem Blute eine zweifache Richtung nimmt, und einerseits in einer Rückgabe an die Außenwelt durch Bildung von auszustoßenden Stoffen (§. 809. a), andrerseits in organischer Formation oder Nutrition (§. 778. c) und in Ablagerung von innerhalb des Organismus verharrender Substanz (§. 809. f) besteht, so bildet sich auch das Blut theils im Verkehr mit der Außenwelt (§. 985), theils in der Wechselwirkung der organischen Substanz selbst (§. 986).

b.

A.

§. 985. A) Der auf Blutbildung abzweckende und sowohl Stoffe aufnehmende als auch nach außen absetzende Verkehr mit der Außenwelt wird durch Verdauung und Athmung gegeben. In diesem allgemeinen Begriffe zusammentreffend, stimmen diese beiden Functionen unter einander überein, so daß eine vollkommnere Athmung auch eine Verstärkung der Verdauung nach sich zieht, und umgekehrt, und eine Affection der einen Thätigkeit

consensuell die andre umstimmt, wie denn auch ihre beiderseitigen Organe großentheils an einander gelagert sind, gleiche Nerven erhalten, gemeinschaftliche Hülfsorgane (namentlich in dem Zungenbeine, der Zunge, dem Zwerchfelle) besitzen, und bei den Bewegungen ihrer peripherischen Theile sich gegenseitig unterstützen. Das Gleichgewicht und die übereinstimmende Vollziehung beider Functionen bedingt eine normale Blutbereitung. Indem sie aber den gemeinschaftlichen Begriff in entgegengesetzter Weise vollziehen, stehen sie einander polarisch gegenüber. a) Die Verdauung ist der Anfang, das Athmen die Vollendung der Blutbildung; in erstrer zeigt sich das Vermögen des Organismus, in letztrem die Macht der äußern Natur; das Object der erstern ist für immer chemisch zusammengesetzte Materie, sei es auch nur das Wasser, während das des letztern ein bloßes Gemenge von Elementarstoffen ist. Das Verdauungsorgan ist überall eine Höhle, welche ihr Object aufnimmt, umfaßt, in sich schließt und überwältigt; das Athmungsorgan dagegen tritt auf niedern Stufen nach außen hervor, und giebt sich dem Einflusse des mächtigern Luftkreises dahin. Das Nahrungsmittel erliegt der schaffenden Kraft des Organismus, so daß trotz seiner Verschiedenheit gleiches Blut, gleicher Eiweißstoff, Faserstoff und Cruor daraus gebildet wird (Nr. 685. LI. p. 384); die animalische Substanz vermag Zucker und andre vegetabilische Stoffe in eine animalische Substanz, die Milchsäure, durch bloße Berührung umzuwandeln, und diese Kraft scheint unerschöpflich zu sein (Nr. 803. VIII. p. 960. IX. p. 46 sq.); und wenn auch das animalische Leben in seiner frühern Periode nur von einer dem Chylus ähnlichen, Eiweißstoff und Fett enthaltenden Flüssigkeit (dem Fruchtstoffe des Eies und der Milch) sich nähren kann, so ist doch dem Leben überhaupt die Kraft, organische Substanz aus unorganischer Materie zu bilden, nicht abzusprechen (§. 954. B). Beim Athmen hingegen ist das Übergewicht auf Seiten der Atmosphäre: der Sauerstoff geht eine Verbindung mit dem Blute ein, ohne seine eigenthümliche Natur aufzugeben, und kann unverändert wieder daraus hervortreten. Die Verdauung ist ein zusammengesetzter Hergang, indem sie nur stufenweise die Umwandlung hervorbringen kann und ihr Product

dem Lymphsysteme übergeben muß, von wo es, weiter umgebildet, in das Hohlvenensystem gelangt, um endlich der Athmung theilhaftig zu werden; das Athmen hingegen ist ein einfacher, aber in das volle Leben eingreifender Hergang, der das Blut unmittelbar umwandelt, so daß es vom Aortensysteme aus in allen Organen die lebendige Thätigkeit zu erregen vermag. b) Die Verdauung hat es mit dem Concreten, Palpabeln zu schaffen, bildet aus besondrer fester oder tropfbarer Materie durch die Kraft des individuellen Organismus eine tropfbare mehr oder weniger dickliche Flüssigkeit als die materielle Grundlage des Leibes. Während hier die Massenbildung und die Körperlichkeit überwiegt, ist dagegen im Athmen das Kraftverhältniß und die vorübergehende Thätigkeit vorherrschend. Dem Elementaren und Allgemeinen zugewendet, vermehrt es nicht die organische Masse, sondern verändert sie so, daß sie an lebendiger Thätigkeit gewinnt: es begeistet sie. So ist seine Wirkung nicht beharrlich wie die der Verdauung, sondern erlischt alsbald wieder; und da sie nicht zu fesseln ist, so wird dadurch ein ununterbrochnes Vonstattengehen des Athmens für das Gesammtleben nöthig. Das Wasser zeigt sich als Nährendes, die Luft als Zehrendes (§. 839. a). c) Durch die Verdauung wird Basisches, Combustibles, Mannichfaltiges gewonnen, und eine saure Secretion wirkt dabei als Vermittelndes; die Athmung dagegen erwirbt dem Organismus das eine absolut negativ Elektrische, den Sauerstoff, vermittelst eines darnach begierigen, mit Basischem übersättigten venösen Blutes. Dort wird besonders Kohlenstoffiges aufgenommen, und die Kohlensäure wirkt daselbst erregend und belebend; hier findet dagegen die Kohlensäure ihren Ausweg, und ihr Eindringen daselbst vernichtet das Leben. d) Beide Functionen schließen Ingestion und Egestion in sich, aber in verschiednen Proportionen: in der Verdauung wird mehr aufgenommen als ausgestoßen, während beim Athmen Beides der Quantität nach einander ziemlich gleich, die Ausstoßung aber noch wesentlicher und für das Leben wichtiger ist als der Absatz durch die Verdauungsorgane. e) Beiderlei Functionen stehen in innigem Zusammenhange mit dem animalen Leben: aber die vorzugsweise ingestive Verdauung hängt mehr

mit der receptiven Seite, der Empfindung, die verhältnißmäßig mehr egestive Athmung mehr mit der reactiven Seite, der Bewegung, zusammen. Die Verdauungsorgane haben einen stärkern Apparat von Nerven, namentlich im Oberbauchgeflechte, und sind bei den wirbellosen Thieren von den Centralorganen des Nervensystems eingeschlossen; das Athmen hingegen ist noch unmittelbarer von Bewegungen abhängig, und nimmt die peripherischen Muskeln in seinen Dienst, so wie sein Organ mit einem eignen Knorpelgerüste versehen, und bei niedern Thieren mit den Gliedmaaßen verbunden ist, oder selbst als Gliedmaaß zur Ortsbewegung dient. B) Durch Ausscheidung von Stoffen nehmen diejenigen Organe, in welchen die Egestion ein entschiedneres Übergewicht erlangt hat, an der Blutbildung Theil, namentlich Haut und Nieren. Sie haben wieder eine verschiedne Stellung zu den Hauptorganen, und so reiht sich die Haut an die Lunge als Luftorgan, und die Niere an den Darm als Wasserorgan. B.

§. 986. a) Der organischen Formation und entoplastischen Deposition, durch welche das Blut Stoffe nur relativ nach außen absetzt, steht die Rücksaugung, welche das relativ Äußre aufnimmt, als die innre Quelle der Blutbildung gegenüber. Die Rücksaugung führt dem Blute dasjenige zu, was seine Bestimmung erfüllt hat: so die entoplastische Flüssigkeit ganz, von den dermatischen Secreten das dem Organismus nicht schlechthin Entfremdete und nicht rein Excrementitielle, von den festen Gebilden aber die veraltete Substanz. Die Rücksaugung ist ihrem Wesen nach eine auf den eignen Körper gerichtete Verdauung, d. h. eine Zerlegung und Umwandlung relativ fremder Substanz und Zuführung des Umgewandelten zum Blute: die verschiednen Substanzen, als Fett, Knochen, Muskeln u. s. w. verwandelt sie in eine gleichförmige Flüssigkeit und übergiebt sie dem Blute. Als Selbstverdauung, als Richtung der überwältigenden und aneignenden Kraft gegen die Materie des eignen Organismus setzt sie eine regere Selbstbestimmung und eine höhere Entwicklung des Innern voraus. So ist sie bei den Pflanzen nicht zu bemerken: indem hier eine succedirende Metamorphose charakteristisch ist, zeigt sich nur ein Ansatz immer neuer Bildungen an die alten ohne a.

Auflösung der letztern. Im animalischen Körper ist mit regerer Thätigkeit und höherer Empfänglichkeit auch eine größre Zersetzbarkeit der organischen Substanz verbunden, und wie hier die Thätigkeit permanent geworden ist, so entspricht auch der fortdauernden organischen Bildung eine continuirliche Selbstentbildung, die bei vollkommner Luftathmung und höherer Regsamkeit des animalen Lebens um so rascher vor sich geht. Aus den secernirten Säften wird vornehmlich das resorbirt, was noch in Blut verwandelt werden und so dem Organismus dienen kann. Das Veraltete der Organe wird in das Blut zurückgeführt, um durch eine dermatische Secretion ausgestoßen werden zu können; indeß kann es auch noch zu Erregung eines andern Organs dienen, oder durch Vermischung mit den aus andern Organen resorbirten Flüssigkeiten, oder durch den Einfluß des Bluts in den Lymphganglien oder im Blutsysteme selbst, oder durch das Athmen wieder erfrischt und verjüngt werden. So findet denn ein Kreislauf der Materie Statt, indem aus der Secretion neuer Stoff geschöpft wird für die Nutrition, und umgekehrt jene aus dieser einen Theil ihres Materials zieht. b) Beim Embryo bildet sich Blut aus der Substanz des Eies, und zwar, wie es scheint, unter dem mittelbaren Einflusse der atmosphärischen Luft; die hier auftretenden kugligen Blutkörner entstehen aber nicht durch eine Umbildung von Dotterkörnern, sondern sind, wie Valentin gezeigt hat, neue Bildungen. So kann sich nun auch in verschiednen Neoplasmen (Pseudomembranen und Granulationen) unmittelbar Blut bilden (§. 859. p). Gruithuisen will bei Entzündungen, Home an eiternden Flächen den Hergang selbst beobachtet haben. Kaltenbrunner (Nr. 196. XVI. S. 310) beschreibt ihn nach seinen Beobachtungen an den Rändern heilender Wunden so, daß aus den durch Entzündung in das Parenchym abgesetzten Blutflocken und zum Theil aus dem Parenchym selbst Theilchen sich bilden, die in Klümpchen zusammentreten, wogend sich bewegen, allmählig eine kuglige Form und eine bestimmte Richtung ihrer Bewegung annehmen, und endlich ein bogenförmiges Strömchen bilden, dessen beide Enden an den nächsten Blutgefäßen einmünden. Auf ähnliche Weise hatte schon

Döllinger (Nr. 176. VII. S. 206. Nr. 539. S. 25) die Bildung von Blut aus der organischen Substanz bei Fischembryonen beschrieben: ein Streifen der festen Masse geräth in der Nähe des Blutstroms in Bewegung, und schiebt sich hin und her; seine Körnchen legen sich aus einander, nehmen allmählig eine bestimmte, ovale Form an; dann bildet die oscillirende Masse zwei Strömchen in arteriöser und venöser Richtung, die an dem einen Ende in einem Bogen sich vereinen, mit den andern Enden aber an eine Arterie und eine Vene sich anschließen. Da diese Beobachtungen noch nicht wiederholt worden sind, so sind sie, wie glaublich auch immer, doch noch nicht ganz festgestellt. Eben so wenig gesichert ist die von Autenrieth (Nr. 184. VII. S. 137) aufgestellte Theorie, nach welcher an jedem Puncte des thierischen Körpers Blut entsteht, wo eine chemische Polarität sich entwickelt, diese aber dann eintritt, wenn die thierische Flüssigkeit Eisen aufnimmt, da dieses zwischen den positiv und negativ elektrischen Metallen in der Mitte steht, also für die Erregung beider Kräfte gleich tauglich ist.

§. 987. a) Da die Blutkörner das ausschließliche und charakteristische Eigenthum des Blutes sind, da sie die Reizkraft desselben bedingen, so wie den wesentlichen Grund seiner Bewegung und seiner beim Athmen erfolgenden Umwandlung enthalten, und da sie auf den höhern Stufen der Thierreihe mehr entwickelt sind (§. 774. g), so erkennen wir ihre Erzeugung als den Gipfel der Blutbildung. Dem gemäß sind sie in Verhältniß zum Blutwasser im mittlern Alter reichlicher vorhanden, als in der Kindheit und im Greisenalter (Nr. 532. p. 288 sq.); ihre Menge, Röthe und Völle bei den einzelnen Individuen entspricht dem Grade der Lebenskraft und der Energie des Bildungsherganges (Nr. 95. II. p. 56 sq. Nr. 152. I. p. 181. Nr. 532. p. 290 sqq.); und so geht auch ihr Ersatz nur langsam vor sich, da nach einem starken Blutverluste das Blutwasser geraume Zeit hindurch überwiegend bleibt. So wird denn auch der Gang ihrer Bildung nur ein allmähliger sein, und mit der Erzeugung von Kügelchen beginnen. Da nämlich der Organismus bis in seinen kleinsten Theilen eine bestimmte regelmäßige Form erstrebt, und

die Kugelform, als die Gravitation gegen einen gemeinsamen Mittelpunct, mithin die Herrschaft der Einheit im Räumlichen bezeichnend, seinem Charakter entspricht (§. 830 f), so beginnt er seine eigenthümlichen Schöpfungen in dieser Form. Auf solche Weise treten bei der ungleichartigen Zeugung die einfachsten Thiere und Pflanzen (Monas, Protococcus ꝛc.) in kugliger Gestalt auf, und mit derselben hebt auch die Blutbildung an. Die einfachen Kügelchen des Chylus und der Lymphe sind die ersten Gestalten, welche der Organismus aus dem Producte der Verdauung und der Rücksaugung in den Wurzeln der Lymphgefäße schafft, und die sodann im Fortgange durch das Lymph- und Blutsystem polarisch sich entwickeln, Gegensätze von Peripherie und Centrum, von Tiefe und Breite (bei den drei untern Classen der Wirbelthiere auch von Länge und Breite) bilden, und so allmählig in Blutkörner umgewandelt werden, die nun dem Leben in mannichfaltigen Beziehungen dienen, dabei eine Zersetzung erleiden (§. 870. f), und somit einem fortwährenden jungen Anwuchse Platz machen. b) Eine entgegengesetzte, originelle Ansicht hat Schultz aufgestellt, aber, wie mich dünkt, durchaus nicht hinlänglich gerechtfertigt. Nach ihm ist das Plasma (Blutwasser §. 664. oder lympha sanguinis) das wahre Blut im eigentlichen Sinne des Worts (Nr. 765. S. 104), besitzt innre Gestaltung und organische Bewegung durch Selbsterregung, indem seine Kügelchen in oscillatorischer Bewegung begriffen sind, und seine Erregung in der Aufnahme und Ausstoßung fremder Stoffe sich äußert, während die Blutkörner nur eine passive Bewegung haben und mit ihrer Zunahme die belebende und ernährende Kraft des Plasma sinkt (ebd. S. 73—77). Sie dienen nur zur Bildung des Plasma, und zwar durch Auflösung ihrer Kerne, welche besonders durch die beim Athmen eingesogne Luft befördert wird; ist die aufgelöste Substanz der Kerne durch die farbige Hülle geschwitzt, so bleibt nun diese allein noch übrig, und wird vornehmlich zur Gallenbildung verwendet. c) Die Entdeckung, daß die Hefe Kügelchen enthält, welche bei der Gährung zu Fadenpilzen sich entwickeln, hat auch Theorieen von der Bildung der Blutkörner hervorgerufen. Nach Turpin besteht der Organismus

aus einer Agglomeration von lebendigen Individuen, welche, von einander getrennt, die Hefe bilden; die Gährung ist ein Lebensact, durch welchen Pflanzen, bisweilen auch Thiere sich entwickeln; die Kügelchen der Milch, der Lymphe und des Chylus, so wie die Blutkörner selbst, sind lebendige organische Körper, und bestehen aus zwei in einander steckenden Bläschen (Nr. 803. VI. p. 254. VII. p. 398. Nr. 190. 2. Série. VIII. p. 338). d) Nach Schwann (Nr. 821. S. 75. 194. 213) sind die Lymphkügelchen und Blutkörner, gleich der Grundlage aller organischen Gewebe, Zellen, welche aus Kern und Hülle bestehen und dadurch sich bilden, daß zuerst eine Substanz sich niederschlägt, die den Kern abgiebt, und dann eine äußre Schicht als Hülle oder Zellenwand sich absetzt. e) [Zusatz von Ernst Burdach. Lymph- und Chyluskügelchen sind offenbar noch nicht zu so in sich vollendeter Organisation gelangt als die Blutkörperchen, dafür zeugt ihre große Ungleichheit hinsichts der Helligkeit und Größe, und die bald mehr bald weniger deutliche körnige Bildung; sie sind noch in der Entwicklung begriffen, während die Blutkörperchen ihre volle Ausbildung bereits erlangt haben, weshalb wir auch an diesen keine Weiterbildung, sondern nur noch eine Umbildung und ein Zerfallen wahrnehmen können. Lymph- und Chyluskügelchen erscheinen uns bei mikroskopischer Betrachtung als ein Conglomerat von sehr feinen, nur höchstens $^1/_{2000}$''' großen Körnchen. Solche Körnchen sind nun von mir im Chymus des Dünndarms, ferner im Speisebreie des Magens nach Beimischung von Galle, ferner im Serum des dem Einflusse von Sauerstoffgas ausgesetzten Chylus, endlich als Residuum in dem mit Äther und mit Salpetersäure behandelten Chylus wahrgenommen worden. Es fragt sich nun, ob jene Congregation eine wirkliche oder eine nur scheinbare ist, ob nämlich die Chyluskügelchen wirklich aus dem Zusammentreten von Elementarkörnchen entstehen, welche dann allmählig erst zur Bildung eines einzigen Kerns verschmelzen; oder ob nicht vielmehr die Chyluskügelchen sich ursprünglich aus einem Kerne bilden, an welchem selbst sich später erst Körnchen entwickeln, welche den vollkommnen Chyluskügelchen das granulirte Aussehen geben? Gegen die Meinung Wagners bin ich fest

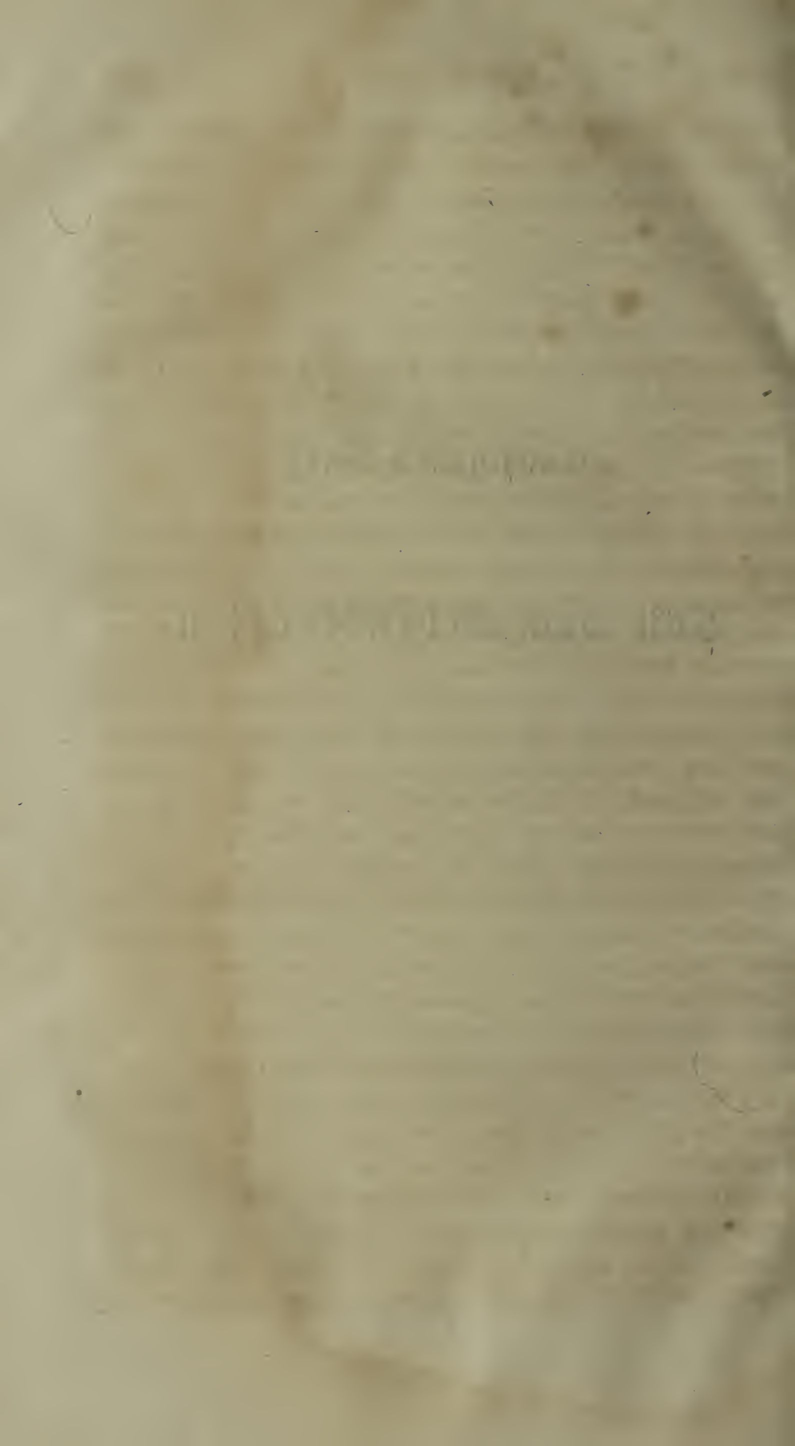
d. e.

überzeugt, daß Chyluskügelchen, wie wir sie in den Lymphgefäßen finden, noch nicht innerhalb des Darmcanals gebildet werden; habe ich aber recht, wenn ich jene von mir in der weißgrauen Substanz, welche an der Schleimhaut des Dünndarms während der Verdauung haftet, gefundenen Körnchen für unvollkommen entwickelte Chyluskügelchen halte, so ließe es sich wohl denken: daß mehrere von diesen bei ihrem Austritte aus dem Darme, bei ihrem Durchgange durch die organische Substanz (welchem Durchgange übrigens bei ihrer so geringen Größe wohl selbst der Mangel von wahrnehmbaren Poren nicht entgegenstehen möchte) zur Bildung eines Chyluskügelchens zusammentreten könnten. Wenn aber diese so zusammengetretenen Körnchen sich behufs der Umwandlung der Chyluskügelchen in Blutkörperchen erst allmählig zu einem Kerne consolidiren sollten, so wäre es wohl auffallend, daß das granulirte Aussehen der Chyluskügelchen im Verlaufe durch das Lymphgefäßsystem nicht allmählig abnimmt, sondern im Gegentheil stärker hervortritt, so daß es z. B. an den Chyluskügelchen aus dem ductus thoracicus sehr deutlich ist, während es an denen, welche aus den Lymphgefäßen des Darmes vor dem Durchgange durch die Drüsen genommen sind, fast gar nicht wahrgenommen wird. Es fanden sich ferner nach der Behandlung von Chylus mit Sauerstoffgas in dem Serum eine große Menge von jenen feinen Körnchen, die früher in dem Chylus nicht wahrgenommen worden waren, während die eigentlichen Chyluskügelchen in dem Kuchen ganz glatt geworden waren; es läßt sich daher wohl annehmen, daß erstere unter dem Einflusse des Sauerstoffgases von letzteren abgefallen sind; sollten nun wohl solche Elementarkörnchen sich erst zur Bildung von Chyluskügelchen vereinigt haben, um dann wieder bei der Umwandlung derselben in Blutkörperchen großentheils von ihnen abzutreten? Ich fühle mich daher geneigt, die zweite Ansicht für die richtigere zu halten, und anzunehmen: daß jedes von den mir in dem Chymus des Dünndarms zu Gesicht gekommenen Elementarkörnchen für sich allein den Kern zu einem Chyluskügelchen bildet, so nämlich, daß dasselbe schon während des Austrittes aus dem Darme eine wesentliche Veränderung, namentlich eine bedeutende Vergrößerung, vielleicht durch

Ansichziehen von organischer Substanz aus den Darmwandungen, erleidet; daß es dann aber in dem Verlaufe durch das Lymphsystem, und zwar wahrscheinlich unter dem Einflusse des Blutes innerhalb der Lymphdrüsen, an seiner Oberfläche neue Gebilde unter der Form von Körnchen absetzt; und daß endlich diese an der Oberfläche haftenden Körnchen, wenn sie selbst zu einer gewissen Reife gelangt sind, und der Kern zur Umbildung in ein Blutkörperchen vorbereitet ist, bei der nun unter dem Einflusse von Sauerstoffgas erfolgenden Umwandlung sich ablösen. Es wäre dann vielleicht noch anzunehmen, daß diese abgefallenen Körnchen, sich in dem Blute allmählig weiter ausbildend, zu jenen den Chyluskügelchen ähnlichen Körperchen würden, welche mehrere Beobachter in dem Blute neben den Blutkörperchen wahrgenommen haben; und daß dieselben endlich von den die Blutgefäße so zahlreich begleitenden Lymphgefäßen aufgenommen, und dem ductus thoracicus wiederum zugeführt würden. Diese Ansicht würde sich leicht mit der von Schwann aufgestellten, sehr ansprechenden Zellentheorie in Übereinstimmung bringen lassen, indem sich nach derselben in den Chyluskügelchen eine Zellenbildung annehmen ließe, bei welcher aber freilich die neuen Zellen nicht innerhalb der Mutterzelle, wie dies bei den Pflanzenzellen geschieht, sondern an deren Peripherie gebildet würden. Daß der Kern des Chyluskügelchens nicht hohl, sondern solid zu sein scheint, würde der Analogie nicht entgegenstehen, wenn es nur gelänge, eine Schaale an demselben zu entdecken; auch ein Zellenkern würde sich vielleicht bei schärferer Vergrößerung, als ich anwenden konnte, noch auffinden lassen. Die aufsitzenden und später abfallenden Körnchen sind wohl wirklich Zellen, und scheinen größtentheils Fett zu enthalten, auch wohl durch dergleichen an den Mutterkern gebunden zu sein; dafür spricht nämlich das auffallende Phänomen, daß die körnige Oberfläche des Chyluskügelchens deutlicher hervortritt, wenn das Kügelchen selbst eintrocknet, ferner der Umstand, daß Äther jene Körnchen von der Oberfläche des Chyluskügelchens ablöst, und daß endlich bei der Behandlung mit Sauerstoffgas große Öltropfen obenaufliegend bemerkt wurden.]

Zwanzigstes Buch.

Von den Lebenskräften.



Von den Weltkräften im Leben.

§. 988. a) Wenn wir durch den Gebrauch unsrer Sinne in a.
Wahrnehmung und Beobachtung das Dasein der verschiednen Lebenserscheinungen kennen gelernt haben, so ist uns damit eine Kunde vom Leben, eine Sammlung von allerhand isolirten Kenntnissen von demselben zu Theil geworden. Zu einer wirklichen Lehre (Disciplin) wird die Physiologie erst, wenn sie die sinnlichen Thatsachen unter einander vergleicht, die Bedingungen derselben erforscht, ihrem ursachlichen Zusammenhange nachspürt, und somit Erfahrung erwirbt. Doch der seiner Bestimmung sich bewußte Geist findet sich auch durch das, was die Erfahrung über die einzelnen Momente des Lebens aussagt, noch nicht befriedigt, sondern verlangt das Band, welches alle Einzelnheiten zusammenhält, und ihren gemeinschaftlichen Grund zu erkennen, das Leben selbst in seiner Gesammtheit und Wesenheit zur Anschauung zu bringen, mit einem Worte: die Physiologie zur Wissenschaft zu erheben. Er vermag aber nicht dies Ziel durch bloßes Denken zu erreichen, denn er findet in sich bloß die allgemeinen Denkgesetze; und wenn er auch erkennt, daß das Geistige überhaupt das höchste, ursprüngliche und allein wahrhafte Sein ist, so muß er sich doch eingestehen, daß sich dasselbe in ihm nur individualisirt, also in bestimmten Schranken darstellt, und daß das menschliche Denken nur eine besondre Form geistiger Wirksamkeit überhaupt ist. Er erkennt sich selbst als aus dem Urgeistigen stammend, jedoch zugleich ein andres, außer ihm Daseiendes, was gleichen Ursprung hat, aber ihm nicht im Bewußtsein gegeben ist, sondern sein eignes Selbst nur vermittelst der

Sinne berührt. Indem er nun das durch Sinnes- und Verstandesthätigkeit Erfahrene mit den Ergebnissen seines Denkens vereint, gestaltet er die Physiologie zur Erfahrungswissenschaft. Da nämlich die Wissenschaft überhaupt nur darin besteht, daß der Geist sich selbst wieder findet, so hat sie zweierlei Zielpuncte: in der einen Sphäre sucht der Geist sein Wesen und seinen Urquell in der Idee des unbedingt Geistigen; in der andern sucht er die Erfüllung seiner Denkgesetze in der Außenwelt. — Von diesen Ansichten geleitet, haben wir bisher die Folgenreihe der Erscheinungen im Verlaufe des Lebens (§. 1 — 657) und die fortdauernden Erscheinungen des leiblichen Lebens insonderheit (§. 658 — 987) erfahrungsmäßig betrachtet, um nunmehr die dabei gewonnenen Resultate zu einer Gesammtanschauung zu vereinen, die bereits beim Überblicken jeder einzelnen Sphäre uns
b. vorgeschwebt hat. b) Der Geist ist ein Innres, Einiges, und sucht dem gemäß überall die innre Einheit im Mannichfaltigen zu erfassen. Die innerliche Einheit der Erscheinungen aber besteht im ursachlichen Zusammenhange: diesen zu erkennen ist also die stete Aufgabe der Geistesthätigkeit. Ist die Ursache einer Erscheinung in dem Wesen selbst, an welchem die Erscheinung hervortritt, vollständig enthalten, so nennen wir sie Kraft. Hierin liegt uns demnach ein reeller Begriff vor, dessen Verwerfung nichts Andres als ein Leugnen des ursachlichen Zusammenhanges, mithin eine Negation der Vernunft und des unter deren Gesetzen wirkenden Verstandes ist. Indem wir nun auf analytischem Wege zur Erkenntniß der Wesenheit des Lebens gelangen wollen, haben wir zuvörderst die verschiednen in demselben wirkenden Kräfte ins Auge zu fassen.

§. 989. Der Organismus trägt als Körper die der Materie überhaupt inhärirenden Kräfte in sich, und wird von denen in der Außenwelt bestimmt, so daß wir darin den nächsten Grund der Lebenserscheinungen zu suchen haben. In dem Wirken der verschiednen Gebilde auf einander durch Druck und Zug erkennen wir einen Mechanismus; und bei der Verdauung, Athmung, Secretion und Nutrition finden offenbar chemische Hergänge Statt.
A. a. A) Die Anziehungskraft äußert sich a) innerhalb der Substanz

der einzelnen Gebilde als Cohäsion (§. 829. a. 833. A. 843. l), deren eigenthümlich bestimmte Modalität die Verschiebbarkeit, Federkraft und Elasticität giebt (§. 829. b). b) Die Anziehung verschiedner Substanzen gegen einander, als der festen Theile gegen die flüssigen (§. 739. a. 758), und des Organismus gegen äußre Stoffe (§. 905) folgt den Gesetzen der Verwandtschaft (§. 261. c). Sie beschränkt sich auf räumliche Nähe des Verwandten als Adhäsion (§. 725. 833. B), oder schreitet bis zur Veränderung der Cohäsion fort als Durchdringung (§. 833. C), oder steigert sich endlich zu Umwandlung der Substanz als chemische Verbindung (§. 833. D). Durch doppelte Wahlverwandtschaft findet ein gegenseitiger Austausch von Stoffen Statt theils im Innern (§. 877. f. 915. c), theils gegen die Außenwelt (§. 882. f. 980. B); oder es tritt ein wechselndes Verhältniß ein (§. 882. L), so daß der Organismus denselben Stoff bald an die Außenwelt absetzt (§. 839. a — d), bald aus ihr aufnimmt (§. 898. a), je nachdem auf der einen oder auf der andern Seite der Mangel an solchem Stoffe die Anziehungskraft gegen denselben verstärkt; oder das äußre Medium zieht aus dem Organismus bald diesen, bald jenen Stoff, je nachdem es die mit dem einen oder dem andern verwandten Stoffe enthält (§. 841. a. e. g. h). c) Auch zeigt die Anziehung des Erdganzen oder die Schwere ihren Einfluß (§. 729. c). B) Die Abstoßung des Flüssigen vom Festen steht der Anziehung gegenüber (§. 864. 866); die durch Verengerung einer Höhle bewirkte Stoßkraft pflanzt sich nach mechanischen Gesetzen fort (§. 720. fgg. 746. g. 748. b), und der äußre Druck treibt die Flüssigkeiten in einen entleerten Raum (§. 722. B. 766. d). Der von den organischen Gebilden ausgeübte Druck bestimmt mit den Zustand der Lebensthätigkeiten (§. 838. a), verursacht Spannung (§. 746. f. 748. a), fördert die Secretion (§. 843. m), Absorption (§. 906. g) und Resorption (§. 914. g); so wie der Druck des äußern Mediums den Andrang der Säfte (§. 726. g) und die Secretionen (§. 839. e) auf ihr normales Verhältniß beschränkt.

b.

c.

B.

§. 990. A) Auf diese und ähnliche Verhältnisse beruft sich nun der Materialismus oder die Behauptung, daß das Leben

A.

a. nichts Andres als die Wirkung der materiellen Kräfte sei. a) Descartes hatte neben einer allgemeinen idealistischen Ansicht eine Erklärung der Naturerscheinungen aus einer steten Bewegung und Reibung der verschiednen Theilchen der Urmaterie aufgestellt. Bei der im siebzehnten Jahrhunderte beginnenden höhern Ausbildung der Mathematik, bei deren glücklicher Anwendung auf die Physik, und bei der Förderung, welche die Kenntniß des organischen Baues durch die Erfindung der Injectionen und Mikroskope gewann, bildete sich die iatromathematische Schule, an deren Spitze Borelli stand. Hatte man die Gesetze der Mechanik mit Glück benutzt, um die Wirkungen der Muskelkraft auf die Knochen in Hinsicht auf Richtung und Stärke zu erklären, so ging man schnell zur Annahme einer mechanischen Ursache der Muskelbewegung selbst über; hatte man statische Verhältnisse im Gefäßsysteme bemerkt, so wollte man auch den ganzen Blutlauf auf die Gesetze der Hydrostatik zurückführen; auf unsichre anatomische Untersuchungen gestützt, erklärte man die Secretionen für Durchseihungen bestimmter Theile des Bluts durch Siebe von entsprechender Form; und einseitige Beobachtungen über die Muskelkraft des Magens verleiteten zu der Meinung, daß die Verdauung über-
b. haupt in Zerreibung der Nahrungsmittel bestehe. b) Wie die mechanische Erklärung des Lebens das idealistische Princip von Descartes, welcher sie vorbereitet hatte, bei Seite schob, um eine entschiedne Richtung zu behaupten, so bildete sich die chemische Schule des siebzehnten Jahrhunderts dadurch zur Einseitigkeit aus, daß sie die spiritualistischen Ansichten ihrer Begründer, Paracelsus und Helmont, fallen ließ. Die chemischen Kenntnisse seines Zeitalters, wie unvollständig sie auch waren, hielt Sylvius für genügend, das Leben für einen Mischungsproceß, und die meisten Erscheinungen desselben für die Wirkung eines durch den Gegensatz von Säure und Laugensalz gegebenen Aufbrausens zu erklären. Geblendet vom Aufschwunge der Chemie zu Ende des achtzehnten Jahrhunderts versuchten Mehrere, die an der Bereicherung dieser Lehre selbst keinen thätigen Antheil genommen hatten, z. B. Ackermann, Mangin, Peart, eine chemische Theorie der Lebenserscheinungen, welche das Leben meist als einen Verbrennungs-

proceß und seine verschiednen Zustände als Wirkungen von Übersäuerung oder Entsäuerung darstellte. c) Die Jatromechanik hatte fast immer auch chemische Erklärungen mit zu Hülfe genommen, und eben so war die Jatrochemie genöthigt auch dem Mechanismus eine Stelle in ihrer Theorie einzuräumen. Umfassender war daher die Ansicht von Gallini, nach welcher das Leben theils durch die wechselseitige Gravitation der Elemente, theils durch die eine abwechselnde Zusammenziehung und Ausdehnung mit sich führende Stellung der Moleculen bewirkt wird, und von Reil, der in der einen Periode seiner Studien den Grund des Lebens in der Mischung und Form der organischen Materie, in der ursprünglichen Qualität ihrer Grundstoffe, so wie in der Art ihrer Verbindung suchte. Diese Form des Materialismus hielt sich meist nur an allgemeine Behauptungen, und ließ sich auf Erklärung der einzelnen Lebenserscheinungen wenig ein. Eben so verfuhr man bei der zuerst von Buffon und Needham angedeuteten Annahme einer allgemeinen organischen Materie, welche durch ihre eigenthümlichen Kräfte die verschiednen Erscheinungen des Lebens hervorbringt. B) Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Physiologie durch den bestimmten, erfahrungsmäßigen Nachweis, wie einzelne Lebenserscheinungen durch die materiellen Kräfte zu Stande kommen, wesentliche Bereicherungen gewinnt; aber eben so gewiß ist es, daß sie durch die dreiste Behauptung, das Leben beruhe in seinem ganzen Wesen einzig darauf, von ihrer rechten Bahn abgelenkt wird. d) Die mechanischen und chemischen Theorieen erklären bloß die Modalitat einzelner Lebenserscheinungen. Sie beziehen sich bloß auf das Nächste, und erklären das Entfernte entweder gar nicht, oder durch willkührliche hypothetische Annahmen: am Blutlaufe lassen sich statische Gesetze nachweisen, aber die ihn bedingende Bewegung des Herzens beruht auf keinem mechanischen Grunde, und wenn man einen solchen in einem Aufbrausen des Nervensaftes, in veränderter Form der Elementartheile des Herzens, in einem agitirenden Äther ꝛc. suchte, so waren dies aus der Luft gegriffne Hypothesen; die Verflüssigung der Speisen wird durch den sauren Magensaft bewirkt, aber warum dieser gerade im Magen sich bildet, und

wie sein wesentlicher organischer Bestandtheil, der nicht von den Nahrungsmitteln herrührt, erzeugt wird, läßt sich nicht aus chemischen Gesetzen erweisen. Jene Theorieen erläutern einzelne Momente eines Herganges, der durch ein Zusammenwirken mehrerer vollbracht wird: der Blutlauf hängt nicht allein von der mechanischen Wirkung des Herzens, sondern auch von der Anziehungs- und Abstoßungskraft der lebendigen festen Theile ab, die nicht mechanischer Natur ist; im plastischen Leben zeigen sich chemische Verbindungen und Zersetzungen, daß aber diese nicht vollständig durchgeführt werden und nicht mit einem bestimmten Producte enden, sondern unablässig vor sich gehen, ist nicht aus chemischen Gründen abzuleiten. Die materialistischen Theorieen erklären die Einzelheiten, aber nicht die Beziehungen zum gemeinsamen Zwecke des Ganzen: der zusammengesetzte Mechanismus des Blutlaufs bedingt die Lebendigkeit der Organe, und hat darin offenbar seinen Zweck, so wie der chemische Hergang der Verdauung die Blutbildung und dadurch die Erhaltung des Lebens bezweckt.

e. e) Der Materialismus vermag nicht die Modalität aller Lebenserscheinungen zu erklären. Die Fortpflanzung der Erregung, die consensuelle Affection der Organe, der Einfluß der Nerven, die Zeugung rc. lassen sich nicht aus chemischen und mechanischen Gesetzen ableiten. Die bildende Thätigkeit und die Lebendigkeit stehen nicht immer in geradem Verhältnisse. Verdauung, Athmung, Nutrition, Secretion und Fortpflanzung erfolgen in der Reihe der organischen Wesen unter den verschiedensten Verhältnissen der Organisation und der Mischung. Unter ganz gleichen äußern Einflüssen bilden die verschiednen Gattungen auch verschiedne Mischungsverhältnisse ihrer Substanz, und jede Gattung erzeugt die ihr eigenthümliche Materie auch unter sehr verschiednen Umständen.

f. f) Der Materialismus setzt das Leben, welches er erklären will, schon voraus, denn die Organisation und Mischungsverhältnisse, von welchen er die Lebensthätigkeiten ableitet, sind selbst erst durch Lebensthätigkeit erzeugt. Weder im Eie, noch in den Nahrungsmitteln ist die Materie des zu erzeugenden oder zu erhaltenden Organismus bereits enthalten; jeder, im Embryonenalter, wie im ganzen Verlaufe des Lebens,

schafft sich sein Blut selbst. Eben so werden die Organe im Embryo erst gebildet, bei der Regeneration von Neuem erzeugt, und während des ganzen Lebens stetig und deshalb unmerklich geschaffen. Die Mischung, die hier aus dem Blute hervorgeht, ist eine lebendige, in welcher die Elementarstoffe nicht nach chemischen Gesetzen gebunden sind, sondern vermöge eigenthümlicher Proportionen in reger Spannung erhalten werden. Die Lebensthätigkeit kann ohne irgend eine wahrnehmbare Veränderung der organischen Materie aufgehoben werden, und letztre läßt sich dann durch keine chemische Einwirkung in ihrer Mischung erhalten oder neu erzeugen. g) Der Materialismus erkennt am Ende sein Unvermögen, das Leben aus den allgemeinen Kräften der Materie zu erklären, und nimmt, um seine Ansicht, wenn auch nicht durchzuführen, so doch zu behaupten, als Grund des Lebens eine mit eigenthümlichen Kräften begabte organische Materie an. Nun gehört aber alle Eigenthümlichkeit der Erscheinung an, ist etwas Gegebenes, Empirisches; und alles Erklären ist eben nichts Andres als ein Ableiten der Eigenthümlichkeit aus einem allgemeinen Grunde. Will man also für eine eigenthümliche Erscheinung einen eigenthümlichen Grund annehmen, so heißt dies nur so viel, daß man den Grund nicht kennt und auf das Erklären verzichtet. Geschieht dies nun dogmatisch, so geräth man in den Wahn, eine wirkliche Erklärung gegeben zu haben, und setzt einen Gränzstein für die Erkenntniß. Nahm man z. B. eine eigenthümliche Bernsteinkraft an, so sagte man damit nichts aus, als die isolirte Thatsache, daß der Bernstein gewisse leichte Körper an sich ziehe; eine Erklärung aber gewann man erst, als man die Gesetze der in der ganzen Natur wirkenden Elektricität hatte kennen lernen. Es giebt keine allgemeine organische Materie, die unter den lebenden Wesen circulirte, denn sie wird in diesen immerfort erzeugt und außerhalb des lebendigen Reichs zerstört und in ihre organischen Elemente aufgelöst; das Leben geht immer auf Individualisirung aus, und schafft überall individuelle Formen und Mischungen; die Materie aber ist in Verhältniß zu ihm das stets Wechselnde, Unwesentliche (vgl. §. 312 a. 313. B. 473. k). Schwann (Nr. 821. S. 227) sucht den Grund des Lebens

nicht in der Totalität des Organismus, sondern darin, daß jeder Elementartheil die eigne Kraft hat, Moleculen anzuziehen und zu wachsen, indem alle Organismen aus wesentlich gleichen Theilen, Zellen, zusammengesetzt sind, die wesentlich nach denselben Gesetzen sich bilden und wachsen. Ist denn aber der Organismus ein bloßes Aggregat von Zellen? In der zweckmäßigen Vereinigung mannichfaltiger Elementartheile, von denen einige, gewiß aber nicht alle, in Zellenform auftreten, spricht sich ein ordnendes Princip auf das Deutlichste aus. Das Ineinandergreifen der verschiednen organischen Systeme, die Gliederung jedes einzelnen derselben, z. B. die an jedem Puncte eigenthümliche Gestaltung und Verbindung der gleichen Knochen-, Sehnen- und Muskelsubstanz zum Behufe einer freien Bewegung, die Vereinigung der verschiedensten Gewebe, so wie der eigenthümlichsten Formen und Mischungsverhältnisse vom Anfange bis zum Ende der Verdauungsorgane mit Inbegriff der ihnen beigegebenen Gebilde, zu einem auf denselben Zweck hinwirkenden Ganzen, kann nicht durch eine allgemeine organische Materie, die Zellen bildet, gegeben sein. „Allerdings", sagt Schwann (ebd. S. 224) ferner, „fordert die Vernunft einen Grund der Zweckmäßigkeit; aber für sie ist die Annahme hinreichend, daß die Materie mit den ihr inwohnenden Kräften ihre Existenz einem vernünftigen Wesen verdankt: einmahl geschaffen, können diese Kräfte nach den Gesetzen der blinden Nothwendigkeit Combinationen hervorbringen, die selbst einen hohen Grad individueller Zweckmäßigkeit zeigen." Indessen ist die Vernunft in der That nicht so genügsam, wie hier behauptet wird, und weist die Vorstellung der Schöpfung als eines geschloßnen Actes, und der schaffenden Kraft, als eines vor Zeiten einmahl thätig gewesenen Princips von sich (vgl. §. 313. b. c).

§. 991. In der Natur wirken auch Kräfte, welche nicht der Materie überhaupt inhäriren, noch auch an eine besondre Art von Materie geknüpft sind, sondern auf einem innern Zustande irgend welcher Materie beruhen, und, je nachdem die Verhältnisse diesen Zustand hervorbringen oder aufheben, ohne eine Veränderung der Substanz, namentlich ohne Zunahme oder Abnahme des Gewichts

erscheinen und verschwinden. Um sie von jenen an die Materie gebundnen Kräften zu unterscheiden, wollen wir sie adhärirende Kräfte nennen. Ihre Wirkungen oder die dynamischen Erscheinungen (Magnetismus, §. 992; Elektricität, §. 993; Wärme, §. 994—1003; und Licht, §. 1004) sind dem organischen Leben nicht fremd, treten jedoch in demselben nur hin und wieder in derselben Deutlichkeit wie im Unorganischen hervor. Wo dies geschieht, zeigen sie sich nun zwar als im Wesentlichen identisch mit denen der Außenwelt, aber doch mit einigen Modificationen wie denn diese nie fehlen können, wo dieselbe Erscheinung unter verschiedenen Umständen auftritt. Es wäre demnach möglich, daß die dynamischen Welterscheinungen auch in den Fällen, wo wir sie im Organismus nicht deutlich erkennen, in einer dem Leben eigenthümlichen Form wirkten. Ist es aber unsicher, hier eine unmerkliche Wirksamkeit derselben anzunehmen, so unterliegt da, wo sie offenbar werden, auch die Erklärung ihrer Entstehungsweise bedeutenden Schwierigkeiten, so daß denn das Gebiet, welches wir hier betreten, keinen ganz festen Boden hat.

§. 992. Zunächst ist die Wirksamkeit des Magnetismus innerhalb des Organismus problematisch, da die wenigen darüber angestellten Beobachtungen noch zu unsicher sind. Partingdon machte bei seinen Vorträgen über Experimentalphysik die Beobachtung, daß der Daumen einer Person den einen Pol der Magnetnadel anzog, während ein anderer Finger derselben Hand ihn abstieß (Nr. 196. VII. S. 60), und es fragt sich, ob nicht hier eine sonst nur innerhalb des Organismus und daher unmerklich wirkende magnetische Kraft auf ungewöhnliche Weise in dem Grade entwickelt war, daß sie auch auf fremde Körper wirken konnte. Béclard bemerkte, daß eine in einen Nerven gestochene Nadel magnetisch wurde, und nach Beraudi zog eine in den Schenkelnerven von Kaninchen gesteckte Stahlnadel Eisenfeile an; bei Thieren, wo dies nicht geschah, erfolgte es beim Einblasen von atmosphärischer Luft, von Sauerstoffgas stärker, aber von Stickgas nicht (ebd. XXV. S. 150). Die Anlegung von Magneten hat bei gesunden Personen, so wie bei solchen, die an Schmerzen oder Krämpfen litten, häufig deutliche Wirkungen auf

die animale Sphäre hervorgebracht, und man könnte hieraus auf eine im Organismus selbst enthaltene magnetische Kraft schließen. Während aber dies bloße Vermuthungen sind, ist auf der andern Seite zu erwägen, daß der Magnetismus nach Coulomb an jedem Körper sich nachweisen läßt, auch wo er zunächst nicht in die Augen fällt, und daß er nicht nur an einer in den Erdboden gesteckten Eisenstange offenbar wird, sondern daß nach Hansteen jeder senkrecht stehende Körper, als eine hölzerne oder steinerne Wand, ein Baum u. s. w. eben so an seinem untern Ende Nordpolarität, und am obern Südpolarität zeigt. Es ist nicht zu glauben, daß der Organismus allein eine Ausnahme davon machen sollte; wohl aber kann diese allgemeine Naturkraft auf eigenthümliche Weise in ihm wirken. Fassen wir nämlich den Magnetismus in seinem Begriffe auf, so erkennen wir ihn als das allgemeine Vorbild der Polarität, der Äußerung einer und derselben Kraft in zwei entgegengesetzten Formen der Thätigkeit. Er drückt die innerliche Entzweiung eines einigen Daseins aus; die Entwickelung von Gegensätzen, in welchen dieselbe Kraft auf verschiedene Weise sich äußert. Hiernach kann der Magnetismus, als das allgemeine Schema des in Mannichfaltigkeit auseinanderweichenden Daseins, im Organismus sich verwirklichen durch Entwickelung von Polarität, namentlich bei der Fortpflanzung (§. 325. d), der Gestaltung des Embryo (§. 474. 478. a), und bei der fortwährenden Nutrition und Secretion (§. 894. b).

A. §. 993. Die Elektricität A) setzt einen schon gegebenen Gegensatz voraus, und erscheint an zwei auf irgend eine Weise ungleichartigen, mit einander in Berührung stehenden Körpern, die, indem sie eine Wechselwirkung unter einander eingehen, sich in ihrer Thätigkeit wie ein Einiges verhalten, so daß die eine Polarität in dem einen, die entgegengesetzte im andern sich entwickelt. Sie ist das Urbild aller Wechselwirkung, und läßt sich bei jedem Contacte heterogener Körper, auch da, wo sie nicht in die Augen fällt, durch Kunstmittel entdecken. Während der Magnetismus bloß räumlich wirkt, und an und für sich nur Bewegung hervorbringt, greift die Elektricität tiefer ein, und verursacht auch Mischungsveränderungen, so wie Entwickelung von Wärme und

Licht. So stellt sie den Hergang dar, in welchem das Dynamische in das Chemische übergeht, und das Kraftverhältniß sich zu einem bestimmten materiellen Sein fixirt. Hiernach kann sie denn auch im Organismus nicht fehlen, wenn sie auch eigenthümlich sich dabei artet. Sie erscheint bei der durch Annäherung oder Berührung oder Zusammendrückung bewirkten Gegensetzung zweier Körper, welche in der Substanz, in der Form der Oberfläche, im Cohäsionsgrade, in der Temperatur, in der Farbe von einander verschieden und dabei einander verwandt sind, und vornehmlich wenn die verwandten Stoffe eine chemische Verbindung mit einander einzugehen streben, bei deren wirklichem Eintritte sie wieder erlischt. Im Organismus sind nun diese Bedingungen erfüllt, indem überall Mannichfaltiges mit einander in Berührung tritt, Festes und Flüssiges an einander gränzt, und verschiedene Elementartheile durch einander gemengt oder gewebt sind; je größere Mannichfaltigkeit ein Gebilde in sich schließt, um so reger ist auch seine Lebendigkeit. Auch finden wir daselbst den Wirkungen der Elektricität ähnliche Erscheinungen: Fortpflanzung der Thätigkeitsverhältnisse, Bewegung, Mischungsveränderung, Entwickelung von Wärme und Licht. In der organischen Wechselwirkung verwirklicht sich also das Schema der Elektricität, und so haben wir denn z. B. die geschlechtliche Zeugung (§. 325. b) und die Bestimmung des Blutlaufs durch die außerhalb desselben liegenden Organe (§. 775. a) erklärt. Die Ansicht aber, daß die Modalität des Lebens überhaupt in einem elektrischen, namentlich galvanischem Hergange besteht, ist nach Ritter uud Reinhold vornehmlich von Autenrieth (Nr. 97. I. S. 71 fgg.), Prochaska (Nr. 452. S. 26 fgg. Nr. 561. p. 22—85) und Hartmann (Nr. 337. III. 2. Stück. S. 57 fgg.) aufgestellt worden. B) Halten wir uns an die wirklich nachzuweisenden Erscheinungen der Elektricität, so sind diese am entschiedensten im Gegensatze von Nerven und Muskeln; doch dies gehört in die Lehre vom animalen Leben, und wir können hier nur die Plasticität vor Augen haben. a) Nach Pouillet entwickelt sich beim Wachsthume junger Pflanzen, verbunden mit Bildung von Kohlensäure, freie Elektricität, und zwar positive in dem Gas, ne-

B

a.

b. gative in dem Gefäße, worin die Pflanze steht. b) Pfaff (Nr. 185. III. S. 162) fand für gewöhnlich am menschlichen Körper freie Elektricität, welche in der Regel positiv ist und an Intensität selten die übertrifft, welche das mit dem Erdboden in leitender Verbindung stehende Kupfer mit Zink hervorbringt; stärker zeigte sie sich bei lebhaftem Temperamente, zur Abendzeit und nach dem Genusse geistiger Getränke. Die Elektricität aber, die für gewöhnlich nur durch das Elektrometer zu erkennen ist, wird bisweilen so stark, daß sie sich beim Ausziehen eines auf dem bloßen Leibe getragenen Kleidungsstücks oder beim Kämmen durch Knistern und Funken zu erkennen giebt. Diese Erscheinung tritt vornehmlich bei heller, trockner, kalter Witterung ein, aber nicht bei verschiedenen Menschen zu derselben Zeit, ist also von dem individuellen Lebenszustande abhängig. So sieht man auch beim Streicheln von Hunden, Katzen, Pferden u. s. w. im Dunkeln bisweilen Funken sprühen, während das abgezogene Fell dieser Thiere zwar auch, jedoch nur nach stärkerem und anhaltenderem Reiben, ähnliche Erscheinungen zeigt. Endlich sind solche Fälle von sogenannter combustio spontanea vorgekommen, wo Menschen im Schlafe zu Asche und schmieriger Kohle verbrannt waren, ohne daß sich Spuren eines brennenden Körpers, der sie in Brand gesteckt hätte, entdecken ließen; und die Vermuthung, daß hier die, besonders durch geistige Getränke, in einen ungewöhnlich hohen Grad von Brennbarkeit versetzte organische Substanz durch ein aus dem eignen Körper ausgebrochenes elektrisches Feuer entzündet worden sei, ist durch Erzählung von Menschen, die, fern von brennenden Körpern, plötzlich einen elektrischen Schlag fühlten und zugleich eine schwer zu löschende Flamme an ihrer Bekleidung
c. sahen, unterstützt worden. c) Das Blut zeigt Elektricität, die im venösen (§. 751. c) und krankhaften Zustande (§. 753) anders sich verhalten soll als im arteriösen und gesunden. Nach Dutrochet (Nr. 423. XXVIII. p. 142 sqq.) soll der Kern jedes Blutkorns negative, die Hülle positive Elektricität haben. Gusserow (Nr. 815. S. 207 fgg.) bemerkt, daß der Blutfärbestoff und der Faserstoff zwar zu den indifferenten Körpern gehören, aber jener mehr positiv sich verhält als dieser, und daß sie, da sie ein=

ander so weit verwandt sind, um an einander zu haften, ohne eine chemische Verbindung einzugehen, mit einander Elektricität erzeugen. Wahrscheinlicher ist es, daß durch den Gegensatz der Blutkörner zu dem Blutwasser oder vielmehr zu der umgebenden organischen Substanz Elektricität sich entwickelt. Hornbeck (Nr. 714. p. 33—41) sah gleich Dutrochet, als er Blut der Einwirkung einer Voltaschen Säule aussetzte, daß die rothen Blutkörner vom positiven Pole abgestoßen und vom negativen angezogen wurden, bei dem Faserstoffe und den farblosen Blutkörnern das entgegengesetzte Verhältniß sich zeigte, und das Serum mitten inne stand. Da eine mäßige Erschütterung die galvanische Action zwischen Muskeln und Nerven verstärkt (Nr. 546. I. S. 193), so wäre es möglich, daß der Stoß des Herzens auf ähnliche Weise wirkte, während, wie Berres (Nr. 337. XV. S. 254 fg.) vermuthet, das Blut im Contacte mit den Wänden der Haargefäße Elektricität entwickeln kann. d) Die Endosmose steht unter dem Einflusse der Elektricität (§. 833. r), und beruht nach Becquerel (Nr. 685. LII. p. 244 sqq.) auf derselben, indem bei dem Einwirken zweier durch eine thierische Membran getrennter heterogener Flüssigkeiten auf einander Elektricität sich entwickelt, worauf die mit Mischungsveränderung verbundene Durchdringung eintritt. Hiernach würde denn die Elektricität auch bei der Nutrition und Secretion wirksam sein (§. 881. l. m). So betrachtet Edwards (Nr. 413. p. 575 sqq.) die einander gegenseitig bedingenden sauren und alkalischen Reactionen als Wirkungen einer galvanischen Zersetzung des Bluts; und Eberle (Nr. 713. S. 141 fgg.) erklärt die Bildung der Säure des Magensaftes aus der galvanischen Polarität von Osmazom und Eiweißstoff des Bluts, welche durch ihre gegenseitige Action das Neutralsalz zersetzen und die Säure frei machen. e) Berthold und Weber haben bewiesen, daß der elektrische Gegensatz, welchen Donné zwischen der Haut und der Schleimhaut beobachtet haben wollte, nur von der Ungleichheit der Temperatur abhing; und Pouillet (Nr. 216. V. p. 1—12) fand, daß wenn eine 6 Linien tief in den Arm gestochene stählerne Nadel mit einem in den Mund genommenen Eisendrathe und einem Multiplicator verbunden wurde, die Magnetnadel oscil-

d.

e.

lirte, daß dies aber nicht der Fall war, wenn Nadel und Drath von Platin oder Gold oder Silber waren, daß also jene Elektricitätserscheinung nur von einer Oxydation des Eisens abhing. Auch Person (ebd. X. p. 216) konnte durch den Multiplicator keine Elektricität am menschlichen Körper entdecken. Indessen scheinen diese negativen Beobachtungen nicht entscheidend zu sein. Gusserow (Nr. 815. S. 196 fgg.) bemerkt, daß die animalische Substanz so leicht zersetzbar ist, weil sie durch die schwächste chemische Verwandtschaft, mithin bei der geringsten elektrischen Spannung sich gebildet hat, daß demnach die Elektricität im animalischen Organismus nur wenig Intensität haben kann, indem freie Elektricität schon den zur elektrochemischen Wirkung nöthigen Grad übersteigen würde. f) Bei manchen Thieren ist die Erregung freier Elektricität ihrer Organisation gemäß und für immer so stark, daß die Wirkung nach außen als Waffe dient, und erfolgt durch nichts Anderes, als durch eine Vervielfachung der in allen animalischen Organismen, die nicht auf der untersten Stufe stehen, vorhandenen Verkettung ungleichartiger Theile. Mehrere Fische nämlich, als Raja torpedo, Gymnotus, Silurus, Tetrodon electricus u. s. w. haben hierzu ein eignes Organ, bestehend aus sehnigen Prismen mit queren Scheidewänden, zahlreichen Blutgefäßen und Zweigen vom fünften oder zehnten Hirnnerven, oder von Rückenmarks- oder Rumpfnerven, und aus einer in den Zellen enthaltenen eiweißstoffigen, fettigen Flüssigkeit, so daß die Ähnlichkeit mit einer Voltaschen Säule nicht zu verkennen ist. Das Blut hat keinen unmittelbaren Antheil, denn die elektrische Wirkung wird durch Abhaltung des Blutstroms von dem Organe nicht vermindert, und dauert selbst nach dem Ausschneiden des Herzens noch eine Zeit lang fort. Dagegen hört sie auf, wenn man die Nerven des Organs durchschneidet oder die hintern Lappen des Gehirns zerstört, oder den Kopf abschneidet, wie denn auch die Entladung von dem Willen des Thiers abhängt. Indeß erfolgt eine solche auch noch bei mechanischer Reizung der durchschnittenen Nerven, so wie einige Zeit nach dem Tode bei Anwendung künstlicher Elektricität auf das mit dem elektrischen Organe noch durch Nerven verbundene Gehirn. Wenn nun aber auch die Wirkung

dieses Organs durch die Erschütterungen, die es, ohne selbst eine Bewegung zu zeigen, in fremden animalischen Körpern hervorbringt, und durch die Beschaffenheit der Substanzen, welche sie leiten oder isoliren, sich als wirklich elektrisch erweist, so ist sie doch eigenthümlich modificirt. Nach Humboldt (Nr. 446. III. S. 299—322) ist die Empfindung, die man davon erhält, anders als von künstlich erregter Elektricität; nur selten giebt das Organ knisternde Funken, die man doch bei der Stärke seiner Schläge für immer erwarten müßte; auch zeigt es keine Anziehungen und Abstoßungen, wie andere elektrische Körper, und wirkt nicht auf das Elektrometer. Daher haben denn auch die Beobachtungen, nach welchen man am menschlichen Körper die sonst gewöhnlichen Merkmale der Elektricität vermißte (e), wenig Beweiskraft. C) Indem wir die Modalität der organischen Wechselwirkung als eine elektrische anerkennen, sind wir weit entfernt, die Elektricität für den Grund des Lebens zu halten. Denn sie setzt schon Differenz und Mannichfaltigkeit der Gebilde voraus, die ein Erzeugniß des Lebens ist; sie giebt die Einzelnheit der Actionen, und es muß eine andere Kraft hinzutreten, um diese zur Einheit der Functionen und des Gesammtlebens zu verknüpfen; wenn nach dem Erlöschen des letztern noch partielles Leben im Leichname sich erhält, so zeigt dieser noch elektrische Erscheinungen; sind die Nerven und Muskeln todt, so bringt das Elektrisiren derselben keine Bewegungen mehr hervor, und keine elektrische Ladung vermag den Leichnam wieder zu beleben. Die Elektricität ist demnach nicht Lebensprincip, sondern eine Form, in welcher dieses sich äußert; eine Form der Wirksamkeit, die der Organismus mit dem Unorganischen gemein hat, die er jedoch eigenthümlich modificirt. C.

§. 994. Die Wärme des Organismus wurde im Alterthume als ἐμφυτον θερμον für das Lebensprincip gehalten, ist aber nur eine allgemeine Naturkraft, welche durch das Leben und für dasselbe auf eigenthümliche Weise und in besondern Modificationen entwickelt wird. A) Das Leben bedarf nämlich überall eines gewissen Grades der äußern Temperatur und erlischt in zu heftiger Kälte wie in zu starker Hitze. Dies Bedürfniß ist bei A.

den einzelnen Arten der organischen Wesen sehr verschieden, so daß einige nur in einem höhern Wärmegrade ausdauern können, andere nur in einem niedern. Ihre Temperatur wird aber nicht schlechthin von ihrer Umgebung bestimmt, sondern zeigt sich von dieser in gewissem Grade unabhängig, und zwar gewöhnlich höher als die des äußern Mediums. Denn die Temperatur auf der Erde ist nirgends so hoch, daß kein Organismus dabei bestehen könnte, wohl aber in der Nähe der Pole so niedrig, daß alles Leben hier zurücktritt; und so ist auch im Ganzen genommen das organische Leben in wärmern Gegenden und Jahreszeiten reger und mannichfaltiger als in kältern. In diesem Verhältnisse spricht sich der Charakter des Lebens aus. Einmahl nämlich erkennen wir hierin eine beschränkte Abhängigkeit von der Außenwelt: das Bedürfniß einer angemeßnen Umgebung, verbunden mit dem Vermögen, dem Ungünstigen, so lange es nicht übermäßig ist, zu widerstehen, und mit einer gewissen Selbstständigkeit sich dagegen zu behaupten. Zweitens entspricht eine höhere, die des äußern Mediums meist übersteigende Temperatur den verschiedenen Lebensthätigkeiten, bedingt ihr Vonstattengehen (a), und wird hinwiederum durch sie hervorgebracht und erhalten (b), macht somit ein organisches Glied des Lebens aus. a) Die Wärme dehnt aus, erweicht, verflüssigt, verflüchtigt; sie giebt den Säften ihre Flüssigkeit, macht ihr Eindringen in die festen Theile, ihre Scheidung, Verdunstung und Mischungsveränderung möglich, und giebt dem Blute die nöthige Expansion, so wie den fest weichen Theilen die erforderliche Biegsamkeit und Dehnbarkeit. Durch Erhöhung der Expansion setzt sie eine höhere Gemeinschaft und lebendigere Wechselwirkung der verschiedenen Glieder des Organismus, indem sie jedes aus seiner Einzelnheit hervorgehen und seine Thätigkeit nach außen treten läßt. Auf solche Weise begründet sie nicht allein die Wirksamkeit der chemischen Kräfte und das gegenseitige Eingreifen der differenten Stoffe, sondern auch die dynamischen Erscheinungen des animalen Lebens, Empfindung und Bewegung. Denn indem unter dem Einflusse der Wärme jedes Glied über seine Gränzen hinauszugehen und im Andern sich zu bethätigen strebt, sind alle einander so genähert und gegen einander so auf-

geschlossen, daß eine regere Wechselwirkung sich daraus ergeben muß. b) Da der Organismus ein Selbstbestimmendes ist, so bringt das Leben die eigne Wärme als Bedingung seiner Äußerung selbst hervor, und zwar theils durch die Beschaffenheit seiner Gebilde, theils durch die Art seiner bildenden Thätigkeit selbst. Was das Erstere betrifft, so sind die organischen Gebilde überhaupt schlechte Wärmeleiter, d. h. zur Fortpflanzung eines von außen bestimmten Wechsels der Temperatur weniger tauglich: während nämlich dichte Körper der ausdehnenden Wirkung der Wärme mehr widerstreben, leiten sie dieselbe stärker, giebt ein lockeres Gewebe, wie es in der organischen Substanz im Allgemeinen sich findet, dem Einflusse mehr nach, und absorbirt ihn gleichsam, so daß er sich weniger auszubreiten vermag. So schafft das Leben selbst eine stärkere Haarbedeckung als Schutz gegen die bevorstehende Winterkälte (§. 617. i). Aber nach dem Tode nimmt der Körper, wenn auch langsam, die Temperatur der Umgebung an: die Wärme ist also durch den Lebensproceß hervorgebracht, und steht zu dessen Energie in geradem Verhältnisse. Das einer Entwickelung außerhalb des mütterlichen Körpers fähige Ei widersteht zwar einigermaaßen dem Einflusse der äußern Temperatur durch seine Lebendigkeit (§. 330. k); aber in seinem Anfange ist das Leben noch nicht kräftig genug, um Wärme entwickeln zu können, und da es derselben doch zu seiner Erweckung und Ausbildung bedarf, so wird sie vermöge der bestehenden Naturverhältnisse dem Eie und Embryo (§. 358. A), wie auch dem neuen Individuum nach seiner Geburt und Enthüllung (§. 517. B) von außen mitgetheilt, wie andererseits die Zeugung auch durch äußere Wärme bedingt und gefördert wird (§. 243. a. 245. b. 296. a). B) Die Wärmeerzeugung fehlt auf keiner Stufe des organischen Reichs. c) In den Gewächsen zeigt sie sich nur selten auf eine entschiedene Weise, und die Verschiedenheit der Temperatur von der der Luft hängt hier vornehmlich theils von dem geringen Leitungsvermögen der vegetabilischen Substanz ab, theils vom Wurzeln im Erdboden, dessen Temperatur weniger wechselt als die der Luft. Innerhalb eines Baumstamms ist die Temperatur im Winter höher, im Sommer niedriger als in der Luft; gewöhnlich beträgt

b.

B.

c.

der Unterschied gegen 1°, zuweilen aber auch mehr: so wechselte sie nach Salomé nur zwischen 9 und 19°, während die der Luft zwischen 2 und 26°; und in einzelnen Fällen fand sie Schübler (Nr. 677. S. 9 fg.) — 1,75° bei — 13,0° Winterkälte, und + 16 bis 19° bei + 24° Sommerhitze. So ist sie auch des Morgens höher, Mittags und Nachmittags niedriger als die der Luft, und da Letzteres auch im Winter Statt findet, so kann es nicht von der Ausdünstung der Blätter abhängen (Nr. 816. S. 5). Da aber Schübler (ebd. S. 6. 8. 13) die Abweichung von dem äußern Temperaturgrade um so stärker fand, je dicker der Baum war, je näher dem Erdboden das Thermometer in ihm eingebracht wurde, und je schneller die Lufttemperatur gewechselt hatte, so betrachtete er sie bloß als die Wirkung eines schwachen Leitungsvermögens und des Zusammenhanges mit dem Erdboden; indeß bemerkt er, daß abgestorbene Stämme von lebenden zwar unbedeutend, aber doch etwas hierin sich unterschieden. Vrolick (Nr. 184. III. S. 394) fand die Temperatur innerhalb eines saftigen Blattes niedriger, als die der Umgebung, und Blätter, die der Winterkälte widerstanden, gefroren bald, als sie zu Brei gestoßen waren. — Der von Hermbstädt bemerkte Unterschied der Temperatur der Rüben, Kartoffeln u. s. w. rührt nach Göppert (Nr. 817. S. 164 fgg.) nur von dem geringen Leitungsvermögen der vegetabilischen Masse her. Aber an den Blüten nicht nur der verschiedenen Gattungen von Arum (§. 247. f), sondern auch mehrerer anderer Pflanzen, als Colocasia odora, Bignonia radicans u. s. w. ist eine Erhöhung der Temperatur von 2 bis 20° R. vielfältig beobachtet worden. So hat auch Göppert (Nr. 818) entdeckt, daß beim Keimen von Samenkörnern und Knollen eine die Lufttemperatur bisweilen um 15° R. übertreffende Wärme sich entwickelt, daß dies auch bei Pflänzchen der Fall ist, in welchen schon Zucker gebildet und die Vegetation eine Zeit lang unterbrochen war, nicht aber wenn die Samenkörner zerquetscht oder mit Weingeist behandelt waren, daß also auch die Wärme hier nicht durch einen rein chemischen Proceß erzeugt wird. Endlich hat er auch sich überzeugt, daß während des ganzen Wachsthums Wärme sich entwickelt, indem das Thermometer an mehrern kleinen, dicht

beisammen stehenden Pflanzen um 1 bis 2° R. höher stieg, als in der Luft. Dutrochet (Nr. 803. VIII. p. 908 sqq.) hat mit Hülfe der Thermoelektricität ebenfalls die Wärmeerzeugung bei den Pflanzen nachgewiesen. d) Den wirbellosen Thieren, so wie den Fischen und Amphibien, ist sie unter Andern von Treviranus (Nr. 100. V. S. 19. Nr. 568. I. S. 416) abgesprochen worden. Wenn Péron an Haufen von Polypen, die aus der Tiefe des Meers heraufgezogen waren, 3° Wärme mehr fand, als an der Oberfläche des Meers, so konnte man dies für eine vom Meeresgrunde mitgetheilte Wärme halten. Spallanzani fand aber, daß das Thermometer, wenn es an einer einzelnen Schnecke seinen Stand nicht änderte, an mehrern beisammen um ½ bis ⅓° R. stieg; nach Hunter (Nr. 154. p. 105) stieg es zwischen 4 Wegeschnecken um 2,25° F., zwischen einigen Blutegeln um 1° F., und zwischen einigen Regenwürmern um 2° F. Pfeiffer fand die Temperatur der Teichmuschel 0,25° R. höher als die des Wassers. Im Leibe eines Krebses fand Rudolphi (Nr. 102. I. S. 173) die Temperatur um 6° R. höher, als die der Luft. Die Wärmeerzeugung bei Insecten ist von Huber, Juch, Rengger, Nobili, Melloni, J. Davy, Newport und Berthold erwiesen worden. Nach Letzterem (Nr. 819. S. 35 fg.) betrug die Temperatur von 50 Roßkäfern 0,25 bis 0,75; von 60 Raupen 0,5 bis 1,5, von 30 Hummeln 1 bis 2, und von einem Bienenstocke 7° R. mehr als die der Atmosphäre. e) Daß die kaltblütigen Wirbelthiere der eignen Wärme nicht gänzlich ermangeln, ist schon längst beobachtet (Nr. 95. II. p. 28 sqq.) und in neuerer Zeit bestätigt worden. Hunter (a. a. O.) fand, daß das Wasser in der nächsten Umgebung eines Fisches später gefriert, und daß die Temperatur im Magen eines Karpfen um 3,5° F. höher war, als im Wasser. Despretz (Nr. 685. XXVI. p. 338 sq.) gab den Unterschied bei Schleihen auf 0,78, bei Karpfen auf 0,86° Cent. an. J. Davy (Nr. 685. XXXIII. p. 194 sq.) beobachtete, daß die Temperatur an einem fliegenden Fische 0,2, an einer Lachsforelle 1,1, zwischen den Schwanzmuskeln eines Haifisches 1,3, und im Fleische eines Bonitfisches 10° höher war, als die des Wassers. Nach Becquerel und Bre-

d.

e.

schet (Nr. 423. 2. Série. VIII. p. 255) hatte ein Karpfen 0,5° Cent. mehr Wärme als das Wasser. — Ähnliches gilt von Amphibien (Nr. 567. I. S. 457—473). Der Magen eines Frosches zeigte nach Hunters (a. a. O. p. 90) Beobachtungen 4, der einer Viper 10° F. mehr Wärme als die Luft. Nach Edwards (Nr. 413. p. 30) ist bei einer Luftwärme von 15° Cent. die Temperatur der Frösche um 1,5 bis 2° höher. J. Davy (a. a. O. p. 193 sq.) fand die Wärme von Eidechsen 1,2, von Schildkröten 0,9 bis 3,9, von Schlangen 1,1 bis 3,9° Cent. höher als die des Wassers. Berthold (a. a. O. S. 40 fgg.) machte ähnliche Beobachtungen, bemerkte jedoch, daß man sich dabei leicht täuschen kann, indem die Amphibien die Temperatur des äußern Mediums nur langsam, bisweilen erst nach mehrern Stunden annehmen. f) Die eigne Wärme beträgt bei Vögeln 30 bis 35° R.; bei Wasservögeln ist sie verhältnißmäßig am niedrigsten, bei Singvögeln am höchsten. Bei Säugethieren ist sie 28 bis 32° R.; beim Menschen im Durchschnitte 29 bis 29,5° R.

§. 995. Wärme wird demnach überall erzeugt, wo nur Leben sich regt. Wie wir aber das Vermögen sie zu erzeugen nicht gleich den Alten für identisch mit dem Lebensprincipe halten können, eben so wenig konnte es genügen, wenn man bloß im Allgemeinen erklärte, sie werde durch die Lebenskraft erzeugt. Denn wiewohl ihr Wesen im Begriffe des Lebens liegt, so kann sie doch von diesem nicht anders als durch Vermittelung der allgemeinen Weltkräfte hervorgebracht werden. A) Die Wärme überhaupt zeigt sich als die aus dem Conflicte mit Contractivkraft frei hervortretende Expansivkraft. Sie wird nämlich durch allerlei Contraction setzende Verhältnisse hervorgerufen: a) mechanisch durch Druck, Reibung, Stoß, Schlag; b) chemisch bei der Wechselwirkung ungleichartiger einander verwandter Substanz, wobei eine Ausgleichung ihrer Differenz, eine Erschöpfung ihrer chemischen Kraft und eine Verdichtung der Substanz vor sich geht; c) dynamisch durch die hemmende Wirkung des Erdkörpers gegen das Sonnenlicht, und durch den Conflict von positiver und negativer Elektricität, deren Indifferenzirung erschwert ist. — Um nun zu

bestimmen, auf welcherlei Weise die Wärme im Leben entwickelt wird, haben wir die verschiedenen Verhältnisse desselben, inwiefern sie auf den Wärmegrad Einfluß haben, und zunächst die Örtlichkeit des Organismus zu beachten. B) Da der organische Körper mit seltenen Ausnahmen wärmer ist als seine Umgebung, so muß er diese erwärmen, und an den Stellen, wo er mit ihr in Berührung kommt, selbst an Wärme verlieren, mithin in seinem Innern eine höhere Temperatur haben, als an seiner äußern Oberfläche, so daß die von ihm erzeugte Wärme fortdauernd von innen nach außen strömt. C) In innern Räumen ist also die Temperatur höher. d) Das Blut des Menschen hat eine Wärme von 30 bis 31° R.; das aus einem Hautgefäße strömende ist um einige Grade kühler. e) Becquerel und Breschet fanden die Temperatur in den Armmuskeln 29,33° R. und im Durchschnitte 1 bis 1,7° R. höher als in dem Zellgewebe unter der Haut, da dieses mehr oberflächlich liegt und weniger blutreich ist. f) Im Innern der Schleimhauthöhlen ist die Wärme höher als an ihrem Eingange. Hunter (Nr. 154. p. 95) brachte das Thermometer in die Harnröhre, und fand bei einer Tiefe von 1 Zoll 26,6, von 2 Zoll 27,1, von 4 Zoll 27,5, und am Bulbus 28,8° R. Im Mastdarme ist die Temperatur meist 29,5°; eben so ist sie im Munde unter der Zunge, während sie über derselben vermöge der eingeathmeten Luft niedriger ist; im Magen ist sie nach Beaumonts Erfahrungen 30,2°. g) Die ausgeathmete Luft oder der Odem hat nach Martin (Nr. 228. XXVI. S. 312) 26 bis 27, Harn (ebd. S. 306) und Milch (ebd. S. 311) beim Austritte aus dem Körper gewöhnlich 28,6° R. h) An der Beugeseite der Gelenke ist die Temperatur höher als an der freien Hautfläche: so ist sie in der Achselgrube 29, in der Kniekehle 28°. D) Ein Theil, der mehr in der Mitte der Länge des Körpers liegt und im Verhältnisse zu seiner Oberfläche mehr Masse hat, ist wärmer als ein den Endpuncten näherer und dünnerer Theil. i) An der äußern Oberfläche war nach den von Martin (ebd. S. 304) das ganze Jahr hindurch angestellten Beobachtungen die Temperatur des Unterleibs 28 bis 30, der Brust 26,4 bis 29,6, der Hand 23,2 bis 29,6, des Fußes 16

B.
C.
d.
e.
f.
g.
h.
D.
i.

bis 27° R. J. Davy (Nr. 185. II. S. 313) fand nahe unter dem Nabel 28, an der Brust 27,1 bis 27,5, am Oberschenkel 27,5, am Unterschenkel 26,2 bis 27,1, in der Mitte der Fußsohle 25,7° R. k) In den dem Zwerchfelle zunächst liegenden Organen ist die Temperatur am höchsten. So betrug sie nach Hunter (a. a. O. p. 102) bei einem Hunde im Mastdarme 30,4, in der Substanz der Leber 30,5, im Magen und in der rechten Herzkammer 30,6° R.; bei einer Haselmaus im Winterschlafe (ebd. p. 98) in der Mitte der Bauchhöhle 19, unter dem Zwerchfelle 21, an der Leber 22° R.; nach J. Davy (a. a. O. S 314) bei einem vor einer Viertelstunde getödeten Lamme in der Mitte des Gehirns 32, im Mastdarme 32,2, an der untern Fläche der Leber und in der rechten Herzkammer 32,4, in der Substanz der Leber und der Lunge 33, und in der linken Herzkammer 33,3° R. Hiernach läßt es sich auch deuten, wenn der Mensch, welchen Currie (Nr. 172. 1792. p. 213) nackt der Kälte aussetzte, vorzüglich über unangenehme Empfindungen in der Herzgrube klagte und durch eine dahin gelegte Blase mit warmem Wasser am meisten sich erleichtert fühlte. l) Ein ähnlicher Unterschied findet sich auch an den Blutgefäßen, je nachdem sie dem Herzen mehr oder weniger nahe liegen: Becquerel und Breschet fanden die Carotis 0,15° wärmer als die Schenkelarterie, und die äußere Drosselvene 0,30° wärmer als die Schenkelvene.

§. 996. Man könnte hiernach vermuthen, daß die Wärme in den zunächst am Zwerchfelle gelegenen Organen ihren eigentlichen Quell habe und von da aus den übrigen Gebilden nur mitgetheilt werde; und so hat man denn auch bald im Magen, bald im Herzen, bald in den Lungen diesen Quell zu finden vermeint. A) Hunter (Nr. 492. II. 1. Abth. S. 141) erklärte es für wahrscheinlich, daß der Magen der Mittelpunct der animalischen Wärme sei, so wie früher Rigby diese von der Verdauung, als einem Gährungsprocesse, späterhin aber Hermbstädt sie von der Zerlegung des Wassers im Magen, und von der durch Übergang des Sauerstoffs aus der flüssigen Form in die feste bewirkten Entbindung von Wärmestoff ableitete. a) Man führte dafür an,

daß die Wärmeempfindung von der Magengegend ausgehe; daß die Wärme bei Schwäche der Verdauung und nach dem Gebrauche von Purganzen sinke, durch reizende Speisen und Getränke hingegen vermehrt, der Körper durch Essen erwärmt und gegen das Erfrieren geschützt, bei zu reichlicher, namentlich animalischer Nahrung aber erhitzt und zu Entzündungen geneigt werde; daß man bei einem Aufstoßen Hitze im Munde fühle; daß die Haut als Wärme zerstreuendes Organ dem Magen gegenüber stehe, und daß Gemüthsbewegungen vermöge des Consensus des Gehirns mit dem Magen erhitzen. b) Abgesehen von der ohne weitere Erinnerung einleuchtenden Schwäche mehrerer der angeführten Gründe müssen wir diese Erklärung verwerfen, weil die Stärke der Verdauung mit dem Grade der animalischen Wärme nicht in geradem Verhältnisse steht: die kaltblütigen Thiere stehen in Hinsicht auf letztere ungleich tiefer unter den warmblütigen Thieren, als in Hinsicht auf erstere; und nach Newport (Nr. 804. IV. S. 229) ist die Temperatur einer Raupe, die in 24 Stunden dreimahl so viel verzehrt, als ihr eignes Gewicht beträgt, 0,9 bis 1,5° F., während die des Schmetterlings bei seiner höchst unbedeutenden Verdauung auf 5 bis 10° F. steigt. Beaumont (Nr. 712. S. 45. 91) fand bei Einführung des Thermometers in die Magenfistel, daß die Temperatur des Magens während der Verdauung nicht erhöht wird. Wenn man demnach, wie Martin (Nr. 228. XXVI. S. 307) beobachtete, nüchtern eine niedrigere Temperatur hat, und wenn diese durch Aufnahme von Nahrung, namentlich von kräftiger und reizender, erhöht wird, so rührt dies nicht von dem Thätigkeitsverhältnisse des Magens an sich, sondern von dem allgemeinen Erregungszustande her. Übrigens ist man im Anfange der Verdauung gewöhnlich zum Frösteln geneigt, und Hitze ist nur krankhaft. Das Resultat von J. Davys (Nr. 685. XXXIII. p. 181) unter verschiedenen Völkerschaften angestellten Beobachtungen war, daß die Temperatur der Menschen sich gleich ist, sie mögen von Fleisch leben wie die Vaidas, oder von Vegetabilien wie die Boudhapriester, oder von gemischter Nahrung wie die Europäer. B) Die Wärme sollte im Herzen entstehen nach Plato durch Aufwallen des Bluts; nach Sylvius durch

b.

B.

Aufbrausen des Bluts der obern Hohlvene mit dem der untern, da jenes durch beigemischte Theile der Galle alkalisch, dieses hingegen durch die aufgenommene Lymphe sauer sei; nach Willis durch die Verbindung des aus der Nahrung aufgenommenen Schwefels mit dem aus dem Fermente des Magens herrührenden Salze. Diese Hypothesen sind längst als grundlos erwiesen; und die Erfahrung hat gelehrt, daß das Herz nicht als die Stätte der Wärmeerzeugung angesehen werden kann, denn nach J. Davys (Nr. 185. II. S. 314) Beobachtungen war die Temperatur der rechten Herzkammer nur 32,8° R., während die der Leber- und Lungensubstanz 33,0 betrug, und die der linken Herzkammer war eben so wie die des Bluts der Carotis 33,3, also vom arteriösen Blute abzuleiten. C) Dies führt zu der Meinung, daß die Wärme in den Lungen erzeugt werde, wozu z. B. Haller (Nr. 95. III. p. 346) dadurch bestimmt wurde, daß die Luft beim Athmen durch das Blut erwärmt wird und doch das arteriöse Blut nicht kühler ist als das venöse. c) Stahl hatte angenommen, dies geschehe auf mechanische Weise durch eine Verdichtung des Bluts. Crawford führte die früher vermuthete und von Priestley näher erwiesene Ähnlichkeit des Athmens mit dem Verbrennen weiter, indem er dasselbe auch für die Quelle der animalischen Wärme erklärte. Lavoisier, dessen Forschungen über den chemischen Hergang des Verbrennens und Athmens tiefer eindrangen, suchte auch die Wärmeerzeugung gründlicher zu erkennen. Anfänglich nahm er an, sie rühre bloß davon her, daß der Sauerstoff, indem er beim Athmen mit dem Kohlenstoffe des Bluts sich verbinde, mit seiner Gasgestalt zugleich die Wärme, vermöge deren er diese Gestalt gehabt, verliere oder frei werden lasse. Als er aber nachmahls mit Laplace die Menge der durch das Athmen gebildeten Kohlensäure berechnete, ferner untersuchte, wie viel Eis bei der Bildung einer gewissen Quantität Kohlensäure geschmolzen werde, und dies mit dem Grade der animalischen Wärme und dessen Vermögen Eis zu schmelzen verglich, fand er, daß die Bildung der Kohlensäure beim Athmen nicht hinreiche, um den vorhandenen Wärmegrad hervorzubringen; er nahm daher an, daß das, was an letzterem noch fehle, von dem Verbrennen des Was-

serstoffs beim Athmen herrühre. Despretz (Nr. 685. XXVI. p. 338 sqq.) stellte noch genauere Untersuchungen an über den Grad der Wärme, die bei Verbrennung einer gewissen Menge Kohlenstoff und Wasserstoff entsteht, und über die Menge der Kohlensäure und des Wassers, die ausgeathmet werden; das Resultat von mehr als 200 Versuchen war, daß, wenn die Kohlensäure und das Wasser durch Verbrennung beim Athmen entstehen, dadurch nur 0,7 bis 0,9 der wirklichen Wärme des thierischen Körpers erzeugt werden können, also 0,1 bis 0,3 derselben außerhalb der Lungen sich bilden muß. Ähnliche von Dulong (Nr. 216. III. p. 50) angestellte Untersuchungen hatten ergeben, daß durch die Bildung der Kohlensäure beim Athmen 0,49 bis 0,55 der Wärme von fleischfressenden und 0,65 bis 0,75 der von pflanzenfressenden Thieren entstehe, und daß, wenn auch Wasserbildung hinzukommt, das Athmen zusammengenommen 0,69 bis 0,80 der animalischen Wärme erzeuge. d) Diese ganze Theorie ist aber bereits widerlegt durch den vollständigen Beweis, daß Kohlensäure und Wasser in den Lungen nicht gebildet, sondern aus dem sie enthaltenden venösen Blute nur ausgeschieden werden (§. 875. i. 974. d—i); auch bemerkt man durchaus keine Entwickelung von Wärme, wenn venöses Blut, der Atmosphäre ausgesetzt, kohlensaures Gas aushaucht und Sauerstoffgas aufnimmt. e) Brodie (Nr. 184. XII. S. 140 fgg.) schnitt Thieren, bei unterbundenen Blutgefäßen des Halses, den Kopf ab, oder durchschnitt ihnen das Rückenmark, oder impfte ihnen Wooraragift oder Blausäure ein, und fand dann, daß durch künstliches Athmen und dadurch fortdauernden Blutlauf die animalische Wärme nicht erhalten wurde, ja selbst noch schneller sank als bei ähnlichen Thieren, die eben so getödet waren, denen er aber keine Luft eingeblasen hatte. Hale (Nr. 185. III. S. 211) dagegen fand zwar in dem einen Falle, wo nach Tödung durch Durchschneidung des Rückenmarks bedeutend kalte Luft eingeblasen wurde, daß das Thier früher erkaltete, als ein gleiches, das man nach dem Tode unberührt gelassen hatte, in andern Fällen aber, daß binnen einer Stunde die Wärme bei künstlichem Athmen um 10° F., ohne dasselbe um 14,5° F. sank. Gamage (Nr. 198. 1818. II. S. 242), Em-

d.

e.

mert (Nr. 185. I. S. 184), Westrumb (ebd. VII. S. 533) und Williams bemerkten, daß das künstliche Athmen das Erkalten der durch Trennung des Gehirns vom Rückenmarke getödeten Thiere etwas verzögert; Krimer (Nr. 562. S. 176) fand, daß dasselbe von dem natürlichen Athmen zu sehr abweicht und selbst bei gesunden Thieren die Wärme vermindert, und nach Wilsons (Nr. 563. S. 161 fgg.) Beobachtungen erkalten die Thiere, denen das Halsrückenmark durchschnitten ist, früher, wenn ihnen mehr oder schneller hinter einander Luft eingeblasen wird als im entgegengesetzten Falle. Am genauesten hat Legallois (Nr. 419. II. p. 1—91) diesen Gegenstand untersucht und dabei folgende Resultate gewonnen. Thiere, denen der Kopf abgeschnitten oder das Rückenmark dicht am Hinterhaupte durchschnitten war, erkalteten bei künstlichem Athmen gewöhnlich etwas schneller als ohne dasselbe; jedoch betrug der Unterschied nach 1½ Stunden höchstens 2° R. Dabei ist zu bedenken, daß bei künstlichem Athmen theils durch die Unterhaltung des Kreislaufs die Verdunstung stärker ist, also mehr Wärme verloren geht, theils die Lage widernatürlich ist. Bei gesunden Kaninchen nämlich, die bloß auf dem Rücken liegend angebunden waren, sank die Wärme binnen 1½ Stunde um 1 bis 2,4° R., indem das Athmen dabei erschwert war; jedoch verzehrten sie dabei bisweilen gleich viel oder auch etwas mehr Sauerstoff als im freien Zustande, namentlich wenn sie nur locker angebunden waren und die Luft warm und rein war. f) Die Luft wird in den Lungen erwärmt, und bei starker Erhitzung fühlt man Linderung durch tiefes Einathmen; daher wurde denn schon in den ältesten Zeiten, namentlich von Plato und Aristoteles, das Athmen als ein Abkühlungsproceß betrachtet. Diese Abkühlung kann nicht vom Übergange der Kohlensäure aus dem tropfbaren in den gasförmigen Zustand abhängen, denn die Menge derselben ist geringer als die des aus der Atmosphäre in das Blut übergehenden Sauerstoffs. Es kommt hier also nur auf die Ausdünstung der Lungen an; diese verhält sich aber zu der der Haut nur wie 1 : 1,57 (§. 817. f), mithin kann die Abkühlung hier nur insofern beträchtlicher sein, als ein größerer Wechsel der Luft Statt findet

und die erwärmte alsbald ausgestoßen wird. Da die Temperatur in den Lungen sich gleich bleibt, so muß dem Verluste ein Ersatz entsprechen. Hierdurch ist aber nur so viel bewiesen, daß in den Lungen nicht minder als in andern Organen Wärme erzeugt wird. g) Hätten sie ausschließlich diese Function, so müßte man auch die höchste Temperatur an ihnen finden. Wir wollen kein Gewicht auf die bei künstlichem Athmen von Brodie (a. a. O. S. 140. 144) gemachten Beobachtungen legen, nach welchen die Temperatur hier 0,9 bis 1,3° R. niedriger war als in der Bauchhöhle, indem Hale sie umgekehrt 0,5° R. wärmer fand. Davy aber, der an der Discussion über die Wärmeerzeugung in den Lungen keinen Theil nahm, beobachtete daselbst dieselbe Temperatur wie in der Leber. h) Der wichtigste Grund, den man für die ausschließliche Erzeugung der Wärme in den Lungen aufstellen kann, besteht darin, daß das arteriöse Blut nicht allein wärmer als das venöse ist (§. 751. b), sondern auch nebst der linken Herzkammer eine höhere Temperatur als jeder andere Theil hat, wie Davy (Nr. 185. II. S. 314) beobachtete. So hatte auch Saissy (Nr. 401. p. 59) bei verschiedenen Thieren die Wärme im Lungenvenensacke immer einen halben Grad Reaumur höher gefunden als in der Lungenarterienkammer, und nach Becquerel und Breschet ist das arteriöse Blut 0,7 bis 0,8° R. wärmer als das venöse. i) Allein die Bemerkung, daß die Temperatur in den verschiedenen Theilen des Körpers ohne Einfluß der äußern Umstände häufig ganz verschieden ist, z. B. in gelähmten Gliedern sinkt, in entzündeten Theilen steigt, bei dem hektischen Fieber in der Hohlhand und dem Gesichte erhöht; beim Schnupfen am Kopfe verstärkt, an den Füßen vermindert ist u. s. w., überzeugt uns, daß nicht an einer einzelnen Stelle, sondern im ganzen Organismus Wärme entwickelt wird, und daß die Bildung von arteriösem Blute durch das Athmen nur die Bedingung dazu abgiebt.

§. 997. Der jedesmahlige Wärmegrad entspricht der Regsamkeit und Stärke des Lebens. a) Er ist beim Neugebornen niedrig (§. 517. d. e. 534. d), nimmt im Fortschreiten des Lebens zu (§. 539. b. 556. c), und sinkt im hohen Alter (§. 588. d).

So fand Despretz (Nr. 685. XXVI. S. 338) nach der Geburt 28, im 18. Jahre 29,4, im 30. 30, im 68. 29,6° R.
b. b) Martin (Nr. 228. XXVI. S. 311) fand bei phlegmatischem
c. Temperamente die Wärme um 1 bis 1½ Grad niedriger. c) Derselbe (ebd. XXV. S. 250) bemerkte, daß nach dem Gebrauche eines Purgirmittels vor dem Eintritte der Ausleerung der Unterleib um einige Grade wärmer wird; und so steigert jeder reizende Einfluß auch die Temperatur des Theils, auf welchen er wirkt. Auch wird die Wärmeerzeugung durch die mehr oder weniger erregende Beschaffenheit der Atmosphäre bestimmt: Beaumont (Nr. 712. S. 90 fg.) fand die Temperatur des Magens bei trüber, feuchter Witterung 27 bis 28° R.; bei heller, trockner hin-
d. gegen 30°. d) Erhöhte Wärme im ganzen Körper zeigt sich bei brünstigen Thieren (§. 247. f) und in der Begattung (§. 283. b); örtlich beim Brüten (§. 346. D), bei der Schwangerschaft (§. 346. d), beim Zahnen (§. 543. e). Nach Martin (Nr. 228. XXVI. S. 307) hatte die Milch einer Ziege während der Brunst 29,5, während der Trächtigkeit 28° R. Die Temperatur des Fruchthälters war nach Granville (Nr. 165. V. p. 200 sq.) bei normalem Gebären 33,7° R., und nach der Entbindung 32,4; bei einer frühzeitigen Niederkunft von 7 Monaten 30,2; bei einer Zangenentbindung 38,2, während starker Wehen 39,1, und nach der Entbindung 34,6; nach einer sehr schweren Entbindung 36,8°.
e. e) Hunter (Nr. 492. II. 1. Abth. S. 144—152) beobachtete an Theilen von Thieren, die er in einen entzündlichen Zustand versetzt hatte, eine geringere Wärmeerhöhung, als er vermuthet hatte; indeß fand er bei der Operation einer Hydrocele die Temperatur der Scheidenhaut 26,6, und am folgenden Tage, da Entzündung entstanden war, 29,5° R.; das bei einer Bauchwassersucht abgezapfte Wasser hatte das erstemahl 30,6, das zweitemahl 32°. In kaltes Wasser von 7° F. getauchte Tücher, auf entzündete Drüsen gelegt, hatten nach Thomson (Nr. 185. III. S. 465) beim Abnehmen 25° F. Bei entzündlichen Krankheiten steigt die Temperatur des Bluts bisweilen auf 34° R. (Nr. 511. S. 245); auch erkaltet es nach Lauer (Nr. 582. XVIII. S. 282) an der Luft langsamer als sonst. Bei Fiebern steigt die Tempe-

ratur des Körpers bisweilen um einige Grade; bei einem schwachen Wechselfieber war nach Parrot (Nr. 255. S. 25) das Verhältniß der Temperatur im Froste zu der in der Hitze an der Hand 22,5 : 29,5; im Munde 26 : 30, auf der Brust 29 : 32; Martin (a. a. O. S. 304 fg.) fand im Froste an der Hand 20,8° R. und an der Brust 28,8, in der Hitze an der Hand 33,5, im Schweiße an der Hand 25,5, an der Brust 27,2 und im Harne 28,8°. Beim Sterben sinkt die Wärme (§. 633. i). Krimer (Nr. 562. S. 158. 173. 556) will bei Thieren, denen das kleine Hirn genommen war, unmittelbar vor dem Tode noch eine Erhöhung der Temperatur beobachtet haben. f) Manche Leichname erkalten so langsam, daß es scheint, als könne auch durch ein bloß partielles Leben noch einige Wärme entwickelt werden (§. 634. n). J. Davy hat mehrere Leichname von jungen Leuten 2 bis 6 Stunden nach dem Tode geöffnet: die Temperatur unter der Aortenkammer war 25 bis 36° R., 8 bis 17° höher als die der Luft; die unter der Leber war 24 bis 35°; doch ließ sich über das ursächliche Verhältniß aus den vorausgegangenen Krankheiten nichts schließen (Nr. 198. 1830. III. S. 380). Eben so beobachtete de Haen Fälle, wo der Leichnam 15 Stunden nach dem Tode an seiner Oberfläche noch 9 bis 10° R. wärmer war als die Luft.

f.

§. 998. A) Da Wärme in allen lebendigen Theilen sich entwickelt, das Blut aber ein Gemeinsames von diesen ist, und die angeführten Lebensverhältnisse in ihrer Übereinstimmung mit der Höhe der animalischen Wärme auf eine größere oder geringere Stärke des Blutlebens sich zurückführen lassen, so dürfen wir in diesem den Sitz der Wärmeerzeugung suchen. In der That scheint das Blut, namentlich das arteriöse, die höchste Temperatur im Körper zu haben, weshalb denn auch bei einer innern Blutung ein Gefühl von erhöhter Wärme in den berührten Theilen entsteht. a) Je mehr Blutgefäße zu einem Organe gehen, um so wärmer ist es; die von Hunter (Nr. 154. p. 91) dagegen angeführte Kühle der blutreichen Nase des Hundes rührt von der Dünnheit der Haut und der Stärke der Ausdünstung her. Wo stärkere Gefäße liegen und die Blutmasse größer ist, da zeigt auch

A.

a.

die darüber liegende Haut eine höhere Temperatur: so fand J. Davy (Nr. 185. II. S. 313) über der sechsten Rippe rechts 27,1° R., und über derselben Rippe links, wo das Herz schlägt, 27,5°; in der Mitte des Oberschenkels 27,5, und in der Leistengegend 28,6; in der Mitte des Schienbeins 26,4, und in der Mitte der Wade 27,1°. Je nachdem ein Theil mehr oder weniger Blut als gewöhnlich aufnimmt, und röther oder bleicher wird, steigt oder sinkt auch seine Wärme; das sogenannte Absterben der Finger, welches auf einer vorübergehenden Leerheit ihrer Blutgefäße beruht, ist von Kälte begleitet. Wenn man die Arterie eines Theils unterbindet, so sinkt dessen Wärme; die Temperatur eines aneurysmatischen Schenkels z. B. war 27° R., und hatte 10 Minuten nach Unterbindung der Schenkelarterie 24 und eine halbe Stunde später 23° (Nr. 165. V. p. 201). Bei Thieren, welchen Chossat (Nr. 685. XVI. p. 48) die Aorta über dem Zwerchfelle unterband, nahm die Wärme in der Stunde um 2° ab. b) Vollblütigkeit ist mit höherer, Schwäche der Blutbildung und Blutverlust mit niedrigerer Temperatur verbunden. Bei einem Fieber z. B. sank nach einem Aderlasse die Temperatur schnell von 31 auf 26, und als dann eine Ohnmacht eintrat, auf 22° (Nr. 102. I. S. 186); während eines Aderlasses sank sie um 1,5°, und war auch am folgenden Tage niedriger als zuvor (Nr. 228. XXIX. S. 177). Als Busch (Nr. 385. p. 21) einen Hund aus der Bauchaorta verbluten ließ, sank die Wärme des Mastdarms von 30,6° R. binnen 5 Minuten auf 28,8, und war nach 30 Minuten 26,6°. c) Dies Alles gilt aber nur insofern, als mit dem Verhältnisse des Bluts auch die Lebensthätigkeit übereinstimmt. Die Anhäufung von ausgetretenem Blute bei Quetschungen verursacht keine Hitze wie die Entzündung. Ein Glied, dessen Hauptarterie unterbunden ist, wird nach einiger Zeit wärmer als das andere gesunde, indem es zwar im Ganzen weniger Blut empfängt, aber seine Haargefäße durch die Seitenzweige mehr gefüllt und so vermöge der vorausgegangenen Entleerung stärker erregt werden (Nr. 185. III. S. 428). So wird zuweilen die unmittelbar nach einem Aderlasse gesunkene Wärme nach einer oder mehrern Stunden stärker, als sie zuvor gewesen

war, indem mit einiger Verminderung der Masse das Blutleben steigt und der Puls sich hebt (Nr. 228. XXVI. S. 306. XXIX. S. 177). Wenn aber im Ganzen genommen die Wärme mit der Völle und Frequenz des Pulses in geradem Verhältnisse steht und daher auch in der Regel Abends höher ist als des Morgens (Nr. 492. II. 1. Abthl. S. 149), so kommen nicht selten Ausnahmen davon vor, z. B. in Fiebern, die nicht rein vom Blutsysteme ausgehen, sondern mehr von Nervenaffection abhängen; ein örtlicher abnormer Bildungsproceß kann bei kleinem Pulse eine ungewöhnlich starke Wärmeerzeugung veranlassen, wie z. B. de Haen bei einem Brustkrebse beobachtete; umgekehrt kann die Temperatur an einer einzelnen Stelle bei Aufregung des Gefäßsystems sich gleich bleiben, wie z. B. nach Hunter (Nr. 154. p. 98) dieselbe Temperatur im Mastdarme sich erhielt, ungeachtet die Zahl der Pulsschläge in der Minute durch eine tüchtige Abendmahlzeit mit Wein von 73 auf 87 gesteigert war. Brodie (Nr. 184. XII. S. 151 fg.) fand bei künstlichem Athmen an geköpften Thieren keinen beträchtlichen Unterschied im Erkalten, er mochte nun den Blutlauf fortdauern lassen oder ihn durch ein um die Basis des Herzens gelegtes Band hemmen. B) Die Wärmeerzeugung im Blutsysteme aus mechanischen Gründen zu erklären ist vielfach versucht worden. Die Jatromathematiker leiteten sie von der Reibung des Bluts an dem Herzen und den Arterien, so wie der Blutkörner an einander her, und beriefen sich dabei auf die Abhängigkeit der Wärme vom Blutlaufe, auf die Erhöhung der Temperatur durch Bewegung und Reibung der Haut, und auf die Übereinstimmung ihres Grades mit dem der Dichtigkeit der Säfte. Allein man setzte ihnen entgegen, daß die mechanischen Verhältnisse des Blutlaufs durchaus keine Ähnlichkeit mit denen haben, unter welchen durch Reibung ein gleicher Wärmegrad erzeugt wird, und daß sie bei kalt- und warmblütigen Thieren durchaus nicht so verschieden sind, wie sie sein müßten, wenn die Temperatur von ihnen abhinge; daß die Schnelligkeit des Blutlaufs nicht in geradem Verhältnisse zur Temperatur steht, wie z. B. der Frosch bei 68 Pulsschlägen in der Minute nur wenige Grade Wärme hat, während das Pferd bei 40 Pulsschlägen 30°

B.

hat, und daß beim Menschen die Frequenz des Pulses von 70 auf 130, die Temperatur hingegen von 28 nur auf 36° steigen kann; daß überhaupt keine Flüssigkeit durch Reibung an den Wänden des Canals, in welchem sie fließt, Wärme entwickelt (Nr. 95. II. p. 293—302). In dem Blute selbst aber findet eben so wenig als in irgend einer Flüssigkeit eine Reibung Statt, welche eine solche Wirkung haben könnte, und da die Blutkörner vom Strome des Blutwassers gleichförmig fortgetragen werden, ohne einander zu berühren, so ist auch bei ihnen an keine Reibung zu denken. — Da nur gasförmige Flüssigkeiten bei ihrer Compression Wärme entwickeln, so leitet Lau (Nr. 773. S. 44) die animalische Wärme vom Drucke des Herzens auf die im Blute enthaltene Luft her; allein die Luft hat im Blute die tropfbare Gestalt angenommen, und behält gerade bei kaltblütigen Thieren am häufigsten ihre Gasform. Winn will die animalische Wärme von der abwechselnden Ausdehnung und Zusammenziehung der Gefäße erklären, weil er von abwechselndem Zerren eines Stücks Cautchouc oder Aorta eine Wirkung auf das Thermometer gesehen hat (Philosophical magazine. 3. Series. Nr. 14. p. 174 sq.); wogegen zu bemerken ist, daß eine solche Ausdehnung und Zusammenziehung an den Blutgefäßen gar nicht Statt findet (§. 720. B). — Die animalische Wärme soll nach Fryer durch die Reibung der festen Theile an einander, und nach Barthez durch die gegenseitige Reibung der flüssigen und festen Theile entstehen: allein bei der Weichheit, Glätte und Schlüpfrigkeit der animalischen Gebilde findet keine so gewaltsame Bewegung Statt, welche durch Friction Wärme erzeugen könnte; bei kaltblütigen Thieren müßte dies in gleichem Grade Statt finden, wie bei warmblütigen, und im hohen Alter müßte bei zunehmender Trockenheit und Sprödigkeit der festen Theile auch die Wärme erhöht werden. Wenn endlich Treviranus behauptet, bei den Insecten entstehe die Wärme nur dadurch, daß sie sich an einander rieben, weil nur mehrere beisammen auf das Thermometer wirken, so steht dem die Erfahrung dagegen, daß man an den Pflanzen nur dann eine eigne Wärme entdeckt, wenn mehrere derselben dicht beisammen stehen (§. 994. c). C) In den Gefäßstämmen wird das Blut

bloß bewegt, gemengt und fortgetrieben; wenn nun die Wärme im Blute und doch nicht auf solch mechanische Weise erzeugt wird, so kann dies nur in den Haargefäßen geschehen, wie dies unter Anderm auch dadurch bestätigt wird, daß nach Becquerel und Breschet die Temperatur der Muskeln erst nach 15 bis 18 Minuten dauernder Zusammendrückung ihres Arterienstamms, also erst nach Entleerung ihrer Haargefäße sinkt. d) Crawford (Nr. 820. S. 295) stellte den Satz auf, das arteriöse Blut erleide in den Haargefäßen bei seiner Umwandlung in venöses eine Verminderung seiner Wärmecapacität, und setze also einen Theil seiner absoluten Wärme dabei ab. Diese auf physikalische Versuche mit genauen Berechnungen gestützte Lehre fand vielen Eingang; unter Anderm schien sie auch über die Bestimmung der Blutganglien, in welchen eben nichts als eine Umwandlung von arteriösem Blute in venöses erfolgt, Aufschluß zu geben; so erklärte Hofrichter (Nr. 185. VI. S. 168 fgg.) namentlich die Schilddrüse für ein Organ der Wärmeerzeugung, da sie bei kaltblütigen Thieren nicht vorkomme, und bei den Vögeln durch die ebenfalls eine Kohlung des Bluts bewirkenden Luftsäcke und Luftknochen ersetzt werde. Allein nach J. Davys (Nr. 185. II. S. 315) Untersuchungen ist zwischen dem arteriösen und venösen Blute keine andere Verschiedenheit in Hinsicht auf Wärmecapacität, als die, welche von der specifischen Schwere abhängt, und diese ist zu gering, als daß sich die Entwickelung der animalischen Wärme daraus ableiten ließe. Die Geringfügigkeit dieses Unterschiedes zeigt sich auch in den widersprechenden Behauptungen der Beobachter: nach Crawford müßte das arteriöse Blut mehr expandirt sein und weniger freie Wärme haben als das venöse, und dies wird auch von denen, die seine Lehre folgerecht durchführen, z. B. von Coleman, Cooper und Treviranus angenommen; dagegen ist es nach Nasse dichter, und nach den zuverlässigsten Untersuchungen wärmer (§. 996. h), nach Mayer (Nr. 185. III. S. 456) aber von gleicher Wärme mit dem venösen Blute. Überhaupt scheint das Verhältniß, welches man als Wärmecapacität bezeichnet, eine andere Deutung zu fordern. Die Erfahrung lehrt nämlich, daß kalte Körper durch Reibung u. s. w. warm werden können, ohne

von außen her Wärme zu erhalten; da man nun in der Meinung befangen ist, daß nichts in der Natur entstehen kann, so nimmt man an, die Wärme sei zuvor schon in dem Körper vorhanden gewesen, aber nicht erkennbar, also latent, und nennt nun die Fähigkeit einer Substanz, mehr oder weniger Wärme zu entwickeln, und leichter oder schwieriger einen gewissen Grad von Wärme anzunehmen, ihre Capacität. e) Treviranus (Nr. 100. V. S. 61 fgg. Nr. 568. I. S. 429) behauptet, das arteriöse Blut ziehe sich bei seiner Umwandlung in venöses zusammen, und da es nun eben so viel an Capacität verliere, als es an Dichtigkeit gewinne, so werde Wärme frei; das venöse Blut sei also wärmer, und wenn man das arteriöse Blut wärmer gefunden habe, so rühre dies davon her, daß es schon in der Aorta sich zusammenzuziehen anfange. Allein wenn die Zusammenziehung hier nur anfinge und erst in den Haargefäßen vollendet würde, so müßte das arteriöse Blut für immer weniger warm sein als das venöse. Beim Gerinnen des Bluts entwickelt sich keine Wärme (§. 669. b), und wenn Treviranus dies darum nicht als Einwurf gegen seine Lehre gelten lassen will, weil die Zusammenziehung vom Gerinnen verschieden sei, so ist dies eine willkührliche Behauptung. f) Die Wärme sollte sich während des Kreislaufs nach Lagrange durch das allmählige Verbrennen des Kohlenstoffs und Wasserstoffs mit dem beim Athmen in das Blut aufgenommenen Sauerstoffe entwickeln; nach Laplace und Hassenfratz sollte dasselbe während des Kreislaufs, zugleich aber auch in den Lungen erfolgen. g) Ferner ist die Nutrition als das Mittel der Wärmeerzeugung betrachtet worden, und zwar von Castberg, Josse u. s. w., insofern dabei durch den Übergang aus dem flüssigen in den festen Zustand die Wärmecapacität vermindert wird, von Fourcroy, Autenrieth, Hildebrandt, Brandis, Ackermann u. s. w., insofern durch die dabei erfolgende Oxydation dasselbe bewirkt wird. Allein die Nutrition geschieht unmerklich (§. 876. c), und die daraus entspringende Wärme müßte gleichfalls unmerklich sein; daß sie in Oxydation besteht, ist nicht erwiesen (§. 879. C), und jedenfalls ist diese nicht bedeutend genug, um eine Wärme von 29° R. bewirken zu können; bei der Nutrition erfolgt in jedem

Momente eine der Festbildung entsprechende Verflüssigung, welche eben so viel Wärme verzehren müßte, als jene erzeugt hätte; bei den kaltblütigen Thieren ist die Nutrition nicht minder lebhaft; im Embryonenzustande ist die Festbildung ungleich stärker und die Wärmeerzeugung ungleich schwächer als im reifen Lebensalter; umgekehrt liegt in jedem Fieber die Ernährung darnieder, und wird besonders im Zehrfieber durch die Verflüssigung überwogen, während die Wärmeentwickelung ungewöhnlich gesteigert ist. h) Durch die Secretionen soll Wärme erzeugt werden nach Paris (Nr. 185. II. S. 310), weil die secernirten Flüssigkeiten geringere Wärmecapacität haben, und nach Williams, weil dabei, wie bei Gährung und Fäulniß, die organische Substanz in einfachere, aus weniger Atomen bestehende Stoffe zerlegt werde. Allein Paris hat die Wärmecapacität der secernirten Flüssigkeiten nur mit der des Wassers verglichen, und Nasse (Nr. 185. I. S. 500) hat diesen Unterschied zu unbedeutend gefunden, als daß daraus die animalische Wärme abgeleitet werden könnte; und wenn auch nach Williams Harnstoff und Pikromel aus weniger Atomen bestehen als Faserstoff und Eiweißstoff, aus denen sie gebildet werden, so ist doch die Quantität ihrer Bildung unbeträchtlich, so daß sie der in Dunst und Gas übergehenden, also Wärme vermindernden Secretion nicht das Gegengewicht halten kann; übrigens ist es nicht erwiesen, daß die Wärme bei der Gährung und Fäulniß von dem Übergange der organischen Materie in einfachere Verbindungen abhängt. D) Daß das Athmen auf die Wärmeerzeugung Einfluß hat, ist nicht zu bezweifeln. Denn das aus den Lungen zurückkehrende Blut ist wärmer als das dahin gehende. Beide Functionen stehen in geradem Verhältnisse zu einander in der Thierreihe und sind unter den wirbellosen Thieren bei den Insecten, und unter den Wirbelthieren bei den Vögeln am stärksten, so wie die kaltblütigen Wirbelthiere nicht bloß durch ihre niedrigere Temperatur, sondern auch durch mindere Reinheit ihres arteriösen Blutes von den warmblütigen sich unterscheiden. Eben so stehen beide Functionen in einzelnen Zeiträumen und bestimmten Umständen in geradem Verhältnisse zu einander: die eigne Wärmeerzeugung beginnt nach der Geburt mit dem Athmen, und vervollkommnet

h.

D.

sich in demselben Maaße wie dieses; sie sinkt mit demselben im Winterschlafe, und läßt sich, wie unter Andern Saissy und Prunelle (Nr. 179. XVIII. p. 54) beobachteten, dadurch wieder beleben, daß man durch mechanische oder galvanische Reizung ein stärkeres Athmen erregt. Gleichwohl ist die Übereinstimmung nicht so vollkommen, daß wir die Wärme für die unmittelbare Wirkung des Athmens halten könnten. i) Die Hymenopteren zeichnen sich durch einen höhern Wärmegrad aus, ungeachtet die Aushauchung von Kohlensäure (§. 818. B) und die Consumtion von Sauerstoff bei ihnen geringer ist als bei manchem andern wirbellosen Thiere. Bei den Schildkröten (§. 967. g) ist das Athmen kräftig genug, um dem Blute die charakteristische arteriöse Farbe zu ertheilen, und doch ist ihre Temperatur so niedrig. Bei den Cetaceen ist die Frequenz des Athmens gering, das Blut ziemlich dunkel, und doch die Wärme bedeutend. Nach Allen und Pepys consumirt die Taube ungeachtet ihrer hohen Temperatur im Verhältniß zu ihrer Körpermasse weniger Sauerstoff und haucht weniger Kohlensäure aus als ein Meerschweinchen, dessen Temperatur doch um mehrere Grade niedriger ist. So war die Proportion der Leibesmasse zu dem binnen 3 Stunden verzehrten Sauerstoffe nach den Beobachtungen von Legallois (Nr. 419. II. p. 60) bei Katzen 1 : 0,159, bei dem Hunde 0,166, und beim Kaninchen 0,347, und trotz solcher Verschiedenheit haben alle diese Thiere ziemlich den gleichen Wärmegrad. k) Wenn Seguin (Nr. 173. 1789. p. 576) durch Bewegung während der Verdauung die Consumtion des Sauerstoffs auf 4600 Kubikzoll in der Stunde gesteigert hatte, war die Frequenz der Athemzüge und Pulsschläge vermehrt, aber die Wärme sich ziemlich gleich geblieben. Umgekehrt ist das Athmen bei der Fieberhitze oft ganz natürlich, und besonders bei der brennenden Hitze im Faulfieber schon schwach und unterbrochen. Bei Lungensüchtigen ist die Wärme oft erhöht. Die Temperatur entspricht oft nicht der Frequenz der Athemzüge: so fand z. B. Donné (Nr. 423. 2. Série. IX. p. 146) bei 4 Kranken letztere zwischen 24 und 32, erstere aber nur zwischen 37 und 38° Cent. abweichend. Bei der Blausucht sind nur die Gliedmaaßen kühler als bei Gesunden,

aber nicht die innern Theile (Nr. 185. I. S. 253), und Nasse (Nr. 184. X. S. 285) fand selbst unmittelbar nach einem Erstickungszufalle und bei noch fortdauernder Zunahme der blauen Farbe die Temperatur im Munde 28° R. Bei Personen, die von einer Asphyxie wieder ins Leben kommen, bemerkt man die Rückkehr der Wärme früher als die des Athmens. l) Nach Provençal und Humboldt behielten Fische die Temperatur des äußern Mediums, sie mochten die dem Wasser beigemengte Luft oder atmosphärische Luft oder Sauerstoffgas oder Stickgas athmen. Lavoisier und Seguin beobachteten bei Meerschweinchen, welche Sauerstoffgas athmeten, keine Zunahme der Wärme. Nach Prout (Nr. 208. XV. S. 78) vermindern geistige Getränke die Ausathmung von Kohlensäure, während sie die Wärme vermehren. Bei dem durch Athmen von kohlensaurem Gas verursachten Scheintode erhält sich die natürliche Wärme (Nr. 413. p. 293), und nach dem Ersticken in Kohlendunst bleibt selbst der Leichnam ungewöhnlich lange warm. Becquerel und Breschet bemerkten an Menschen und Thieren in tiefen Thälern und auf bedeutenden Berghöhen, wo doch das Athmen erschwert und deshalb beschleunigt wird, keinen Unterschied der Temperatur. E) Nach diesen und ähnlichen Thatsachen schließen wir, daß das Athmen die Wärme nicht unmittelbar hervorbringt, wohl aber zu den Bedingungen ihrer Erzeugung gehört. m) Von dieser Ansicht ging Crawford aus, schuf jedoch seine Theorie unter Voraussetzung eines eignen Wärmestoffs. Nach ihm hat das arteriöse Blut mehr Wärmecapacität oder mehr gebundene Wärme als das venöse Blut, hat also welche beim Athmen aus der Atmosphäre aufgenommen; da nämlich die Kohlensäure weniger Wärmecapacität hat als die atmosphärische Luft, so wird bei ihrer Bildung durch den atmosphärischen Sauerstoff Wärme frei, die nun an das Blut übergeht (Nr. 820. S. 111. 211. 273). Allein die neuern Untersuchungen haben erwiesen, daß die ausgeathmete Kohlensäure nicht erst beim Athmen in den Lungen erzeugt wird, daß das kohlensaure Gas eine höhere Wärmecapacität hat als die atmosphärische Luft, und daß in dieser Hinsicht zwischen dem arteriösen und venösen Blute kein beträchtlicher und wesentlicher Un=

l. E. m.

n. terschied Statt findet. n) Da das Blut durch das Athmen diejenige Beschaffenheit gewinnt, durch welche es das Leben überhaupt zu erhalten vermag (§. 976 fgg.), so dürfen wir annehmen, daß es auf ähnliche Weise dadurch in den Stand gesetzt wird, diejenige Lebensthätigkeit zu erregen, welche die Wärme erzeugt.

F. F) Man hat hin und wieder die Meinung aufgestellt, daß die verschiedenen plastischen Functionen zur Wärmeerzeugung zusammenwirken, daß also Verdauung, Assimilation, Blutlauf, Athmen, Nutrition und Secretion daran Theil nehmen. Diese sämmtlichen Lebensthätigkeiten sind nun ohne Zweifel Bedingungen der Wärmeerzeugung, und begründen ihre Möglichkeit; daß sie aber die Wärme selbst stückweise erzeugen sollten, so daß jede von ihnen ein gewisses Maaß davon bildete, und hierdurch die sich gleich bleibende Temperatur von 29° R. zusammengeschossen würde, möchte kaum anzunehmen sein, da das Vonstattengehen dieser Thätigkeiten nicht wie die Wärme immer denselben Grad von Stärke behauptet. Das plastische Leben ist kein einförmig fortschreitender Hergang, sondern umfaßt Gegensätze; jeder Oxydation entspricht eine Desoxydation, jeder Expansion eine Contraction, und nur dadurch wird der Organismus sich gleich erhalten. Durch das materielle Leben wird demnach hier Wärme erzeugt, dort vernichtet, also nur die gegebene Temperatur erhalten, aber nicht der dem Menschen und jedem Thiere eigenthümliche Grad von Wärme erzeugt.

§. 999. Der offenbare Einfluß des animalen Lebens auf die Wärmeerzeugung bestimmte mehrere Physiologen, diese als eine Wirkung der Nerventhätigkeit zu betrachten, die man sich bald durch eine Hypothese versinnlichte, wie z. B. Laroche sie als eine Schwingung des Äthers darstellte, bald bloß dynamisch auffaßte, wie z. B. Roose (Nr. 194. XVII. St. S. 16) sie als

A. Nervenreaction bezeichnete. A) Der Beobachtung bietet sich eine gewisse Übereinstimmung des animalen Lebens und der Wärmeerzeugung dar.

a. a) Eine höhere Regsamkeit, wie sie dem Sanguiniker und Choleriker eigen ist, wird im Gegensatze zum phlegmatischen und melancholischen Temperamente von einer höhern Wärme begleitet. Was das animale Leben mehr aufregt, z. B.

Gewürz und geistiges Getränk, verursacht Erhitzung, und die äußere Anwendung von Substanzen, welche beim Eindringen in die animalische Substanz vorzüglich auch die Nerventhätigkeit afficiren, bewirkt eine örtliche Erhöhung der Wärme: so stieg das Thermometer nach Earle (Nr. 185. III. S. 420) an einer gelähmten Hand um 1,3° R., als ein Blasenpflaster aufgelegt worden war; und Hood (Nr. 782. p. 12 sq.) beobachtete ähnliche Wirkungen vom Höllensteine, wenn er in der Nähe vom Hauptnerven eines gelähmten Gliedes applicirt wurde. b) Die Wärme steigt bei lebhafter Hoffnung, Freude, Zorn und jeder kräftigen Erhebung des Gefühls; sinkt dagegen bei Furcht, Schreck und Kummer. Martin (Nr. 228. XXVI. S. 305 fg.) beobachtete, daß die Temperatur bei einem heftigen Zorne von 28,4° R. auf 30° stieg, bei einem Schrecke auf 27° sank, bald aber auf 29° sich erhob. Auf ähnliche Weise bestimmt nach Curries (Nr. 172. 1792. p. 211—218) Erfahrungen der Gemüthszustand das Vermögen des Menschen seine eigenthümliche Wärme zu behaupten: die Hauttemperatur eines Menschen, mit welchem er in dieser Hinsicht experimentirte, sank in der Kälte von 28,4° R. auf 25°, war aber, als derselbe sehr furchtsam zum zweiten mahle dem Experimente sich unterwarf, 27,5°, und sank dabei auf 22,6°. Bei Vivisectionen, z. B. beim Durchsägen des Schädels, verliert, wie Krimer (Nr. 562. S. 177) beobachtete, das geängstigte Thier an Wärme; und die Temperatur in einem Bienenstocke steigt um einige Grade, wenn er in der vor dem Schwärmen gewöhnlichen Unruhe begriffen ist oder von außen her aufgeregt wird. c) Der Schlaf setzt die Temperatur herab (§. 606. b), und wirkt so selbst in seinen Folgen: in einer schlaflosen Nacht hatte Martins (a. a. O.) Hand 27,3, nach zweistündigem Schlafe aber 25,5° R. Der Winterschlaf zeigt diese Wirkung noch entschiedener (§. 612. e): die Temperatur in der Mitte der Bauchhöhle einer Haselmaus war nach Hunter (Nr. 154. p. 98) im wachen Zustande bei 8 bis 12° R. Luftwärme 21,3°, und bei 7,5° Kälte 23,5°, im Winterschlafe hingegen bei 14,7° Luftwärme 19,1°; ein Igel hatte im Winterschlafe bei 5,3° Luftwärme unter dem Zwerchfelle nicht mehr als 7,3°. d) Bedeutende und lange fortgesetzte An-

b.

c.

d.

strengung des Sehens macht das Auge, so wie die des Denkens
e. den Kopf heiß. e) Bei einem örtlichen Schmerze, z. B. dem Gesichtsschmerze, ist oftmahls die leidende Stelle auch heiß; Earle (a. a. O. S. 425) fand an einem nach einer Verletzung heftig schmerzenden Arme die Temperatur 1,3° R. höher als unter der Zunge. Schmerzen hingegen, die von einem krampfhaften Zustande, besonders der Verdauungsorgane, abhängen, z. B. bei
f. Gallensteinen, verursachen Kälte. f) Dasselbe ist der Fall bei der vollen Wirkung narkotischer Gifte, wie Brodie (Nr. 184. XII. S. 210 fgg.) bei Einimpfung von Woorara oder ätherischem Mandelöle und Chossat (Nr. 685. XVI. p. 40) bei Infusion
g. einer Auflösung von Opium beobachtete. g) Mit entzündlichen Affectionen des Nervensystems ist oft große Hitze verbunden, wie denn Prevost bei einem Starrkrampfe 35° R. in der Achselhöhle fand (Nr. 413. p. 490). Bei nervösen Fiebern ist die Temperatur erhöht, und zwar oft ungleich; in einem Falle fand Lauer (Nr. 582. XVIII. S. 281) in der Achselhöhle 32, in der Mundhöhle
B. h. nur 28,5°. B) Die Muskelthätigkeit h) erhöht die Temperatur. Durch starke Bewegung des ganzen Körpers oder einzelner Gliedmaaßen schützt man sich gegen den Frost und erhitzt sich bei mittlerer Luftwärme; Beaumont (Nr. 712. S. 46) fand dann auch im Magen, er mochte voll oder leer sein, die Temperatur um 1,5° höher als gewöhnlich. Es bedarf dazu nicht der Ortsbewegung, sondern nur der Muskelcontraction: nach Pearts Beobachtungen kann man im Wannenbade durch bloßes Anstemmen der Füße die Temperatur des Wassers um mehrere Grade erhöhen (Nr. 546. II. S. 159); Becquerel und Breschet haben das Steigen der Temperatur um wenigstens ½° bei Zusammenziehung eines Muskels unmittelbar beobachtet. Sie sind daher geneigt, den höhern Wärmegrad, wodurch das Herz sich vor allen andern Organen auszeichnet, von dessen Muskelkraft abzuleiten, und da die Aortenkammer am kräftigsten wirkt, so vermuthet Nasse (Nr. 790. II. S. 121), daß hiervon auch ihre höhere Temperatur abhängt, wo man denn noch einen Schritt weiter gehen und fragen kann, ob nicht diese stärkere Bewegung die Ursache von der höhern Temperatur des arteriösen Blutes ist. So

fand Busch (Nr. 385. p. 21) die leere Aortenkammer um 0,9° R. wärmer als die etwas Blut enthaltende Lungenarterienkammer. — Daß auch bei den Insecten die Wärme durch Bewegung erhöht wird, ist durch die Beobachtungen von Reaumur, Spallanzani, Huber und Treviranus (Nr. 568. I. S. 416 fgg.) außer Zweifel gesetzt. i) In gelähmten Gliedern ist die Wärme gewöhnlich etwas niedriger als im übrigen Körper, auch wenn der Blutlauf in ihnen nicht geschwächt ist. So hatte in einem von de Haen beobachteten Falle eine gelähmte Hand bei normalem Pulse nur 18° R. (Nr. 95. II. p. 304). Bei einer Lähmung des linken Arms fand Earle (a. a. O. S. 418), nachdem er bereits seit einigen Tagen die Elektricität angewendet hatte,

i.

	links		rechts
	vor dem Elektrisiren	nach dem Elektrisiren	vor und nach dem Elektrisiren.
an der Hand	17,3°	20,0°	26,6°
am Arme	21,3°	22,6°	28,0°
in der Achselgrube	26,6°	27,1°	28,4°

Eben so beobachtete Hood (Nr. 782. p. 12) bei einer Hemiplegie nach Anwendung des Strychnins, daß die gelähmte Hand ungeachtet des starken und vollen Pulses nur 19, die gesunde Hand hingegen 22° Wärme hatte. C) Was die eigends angestellten Experimente und unmittelbaren Beobachtungen über den Antheil des Nervensystems an der Wärmeerzeugung anlangt, so giebt k) Krimer (Nr. 562. S. 146. 173) an, daß, als Hüft- und Schenkelnerven von Kaninchen durch Nadelstiche gereizt worden, die Wärme des Thiers auf 31° R. gestiegen sei. Nach Bichat (Nr. 103. I. S. 258) vermindert der Druck eines verrenkten Knochenkopfs auf den Nervenstamm eines Gliedes dessen Wärme, wie dies auch Elliot von der Unterbindung eines Nerven angegeben hatte. Bei einem Menschen, dem ein Zoll langes verhärtetes Stück des Ellnbogennerven der heftigen Schmerzen wegen ausgeschnitten worden war, fand Earle (a. a. O. S. 423) an der Außenseite des gelähmten kleinen Fingers 10,6° R.,

C.

k.

zwischen diesem und dem Ringfinger 11,1, an der Oberfläche der übrigen Finger 12,4, und zwischen ihnen 13,3°. Als Krimer (a. a. O. S. 137) den Hüftnerven eines Hundes durchschnitt, zeigte das zwischen die Muskeln des Schenkels eingebrachte Thermometer 28,4°, und am folgenden Tage nur 21,3°. Home (Nr. 165. V. p. 195) durchschnitt die Nerven des im Wachsthume begriffnen Geweihes von einem Hirsche: die Temperatur von 23,1° war schon nach 3 Stunden auf 17,7° gesunken, und sank bis zum dritten Tage auf 15,5°, stieg dann aber allmählig wieder; in einem ähnlichen Falle sank sie von 29,5° am ersten Tage auf 27,3, und an den folgenden zwei Tagen auf

l. 27,1°, worauf sie sich wieder hob. l) Provençal beobachtete eine Verminderung der Wärme nach Durchschneidung der Lungennerven, während die Bloßlegung derselben keinen solchen Erfolg hatte. Ähnliche Erfahrungen machten Legallois (Nr. 560. p. 219), Chossat (a. a. O. p. 42) und Arnold (Nr. 784. II. S. 246); nach Letztrem nimmt bei Vögeln die Temperatur sogleich um 1 bis 1,5°, und nach 24 Stunden um 2 bis 2,75° ab, steigt aber zuletzt wieder auf den frühern Punct. Wenn Chossat (a. a. O. p. 46 sq.) den sympathischen Nerven mit den Nebennieren durchschnitt oder ihn quetschte und zog, so nahm die Wärme des Thiers binnen 4 Stunden um 5° R. ab.

m. m) Brodie (Nr. 184. XII. S. 140—144) schloß auf einen wesentlichen Antheil der Hirnthätigkeit an der Wärmeerzeugung, da bei seinen Versuchen an Hunden und Kaninchen, denen nach Unterbindung der Halsgefäße der Kopf abgeschnitten war, trotz dem durch künstliches Athmen unterhaltnen Blutlaufe die Temperatur in der Stunde um 4° sank. Da man hiergegen einwenden konnte, das Einblasen von Luft habe so abgekühlt, oder wegen der mit dem Halse erfolgten Durchschneidung des Lungenmagennerven sei der chemische Proceß des Athmens durch Infiltration in den Lungen gestört worden, so schnitt Chossat (a. a. O. p. 38 sq.) das Gehirn vor der Brücke senkrecht quer durch, wo denn bei fortdauerndem Athmen die Wärme anfangs in der Stunde um 2° R., späterhin langsamer, im Ganzen aber binnen 12 Stunden von 32 auf 24° sank, während sie nach

Durchschneidung des Lungenmagennerven anfangs in der Stunde nur um 0,2° abnahm; als er das Athmen durch eine Erschütterung des Gehirns aufhob und dann künstlich fortsetzte, sank die Wärme anfangs stündlich um 1,7°. Krimer (Nr. 562. S. 155 fgg.) stellte mehrere ähnliche Versuche an; er sah z. B., daß die Temperatur bei dem Trepaniren von 28,8 auf 28,0°, bei Entblößung des kleinen Hirns auf 27,5°, nach Wegnahme desselben binnen einer halben Stunde auf 24°, dann bei Wegnahme des großen Hirns unter künstlichem Athmen auf 23,1°, und endlich beim Durchschneiden des verlängerten Marks auf 21,7° sank. In einem andern Falle stieg sie, als er das verlängerte Mark durch Stiche reizte, von 16,8° für einen Augenblick auf 19,2°, und als er das Thier gegen den Boden warf, von 16,4 auf 19,5°; ein andresmahl stieg sie beim Betupfen des verlängerten Marks mit Ammoniumflüssigkeit von 20,4 auf 21,3°. Schon Autenrieth und Schütz hatten beobachtet, daß, als sie einen Katzenembryo heftig gegen den Boden schlugen, die Wärme desselben um 1° stieg. Busch (Nr. 385. p. 7 sqq.) sah, daß die Temperatur eines unverletzten Thiers bei einem mechanischen oder elektrischen Schlage auf den Kopf für einen Augenblick stieg, dann aber viel schneller als beim Ersticken sank, und wenn sie bei einem erwürgten Thiere schon auf einen niedrigen Grad herabgesetzt war, einer momentanen Erhöhung durch Erschütterung noch fähig war. So beobachtete auch Nasse (Nr. 790. II. S. 115 fgg.), daß sie durch einen Schlag auf den Kopf um 1°, und durch Elektrisiren mittels zweier in das Gehirn und den hintern Theil des Rückenmarks gedrückter metallner Stifte um 4° erhöht wurde. n) Chossat (a. a. O. p. 44 sqq.) fand, daß die Durchschneidung des Rückenmarks, je höher die Stelle ist, an welcher sie unternommen wird, die Temperatur um so schneller herabsetzt; in den ersten 3 Stunden sank diese bei Durchschneidung unter dem siebenten Halswirbel um 6,5°, unter dem ersten Brustwirbel um 5,8°, und unter dem letzten Brustwirbel um 0,4° R. Wilsons (Nr. 563. S. 127 fgg. 211) Versuche gaben ebenfalls das Resultat, daß die Zerstörung eines beträchtlichen Theils des Rückenmarks die Wärme vermindert.

n.

D. D) Bei dem Allem ist es doch gewiß, daß das Nervensystem
o. nicht in sich und durch eigne Kraft Wärme erzeugt. o) Dies erhellt schon aus der Temperatur des Gehirns: sie ist nach den Untersuchungen von J. Davy (Nr. 185. II. S. 314) bei eben getödeten Thieren immer wenigstens um 0,4° R. niedriger als die des Mastdarms; im Leichname eines jungen lungensüchtigen Menschen war 5 Stunden nach dem Tode die Temperatur in der Hirnsubstanz 22,2°, unter der Leber und dem Herzen aber 25,7°; in einem andern Falle fand Davy im Gehirne 16,8, und eine halbe Stunde später unter der Leber und dem Herzen noch 22,2° R. (Nr. 198. 1830. III. S. 380 fg.). Damit stimmt es überein, daß ruhiges Denken ohne Aufregung des Gemüths keine Erhöhung der Temperatur verursacht. Auch scheint das Rückenmark wenig eigne Wärme zu besitzen: man friert eher am Rücken als an der Vorderseite des Rumpfs, und wärmt sich meist den Rücken; auch geht der Fieberfrost vom Rückenmarke aus, während die Hitze besonders die vordre Fläche belästigt.
p. p) Der Wärmegrad der verschiednen Thiere entspricht nicht dem Grade der Entwicklung ihres Nervensystems: während z. B. die Vögel in leztrer Hinsicht zwischen Amphibien und Säugethieren ihre Stelle finden, übertreffen sie die leztern an Wärme. Der Mensch hat ungeachtet der höhern Seelenkraft nicht den Wärmegrad der Vögel und mancher Säugethiere, und der munterste Fisch, die behendeste Eidechse steht in dieser Hinsicht tief unter
q. dem trägsten Säugethiere. q) Hierzu kommen noch die Beobachtungen von Fällen, die wir als Ausnahmen betrachten dürfen, wie denn Arnemann (Nr. 648. S. 267 fg.) nach Durchschneidung der Nerven eines Gliedes, Mayer (Nr. 186. II. S. 78) nach Unterbindung des Lungenmagennerven keine Abnahme der Wärme beobachteten. Auch fand Lawrence bei einem Hemicephalus die natürliche Wärme (Nr. 100. V. S. 73).

§. 1000. Wenn nun weder die materielle Bildung (§. 998), noch auch die Nerventhätigkeit (§. 999) für sich allein den vollen Grund der animalischen Wärme enthält, jede derselben aber offenbar Einfluß darauf hat, so sind wir berechtigt, in dem Zusammenwirken beider die Quelle der Wärme zu suchen. Als solche

betrachtet Müller (Nr. 673. I. S. 84) vornehmlich die Wechselwirkung der Nerven mit den übrigen Gebilden. A) Zunächst aber dürfte das Blut in Betrachtung zu ziehen sein. Winkelmann (Nr. 234. S. 48) nahm das Übergewicht des Nervensystems bei seinem Conflicte mit dem dadurch venös werdenden arteriösen Blute als den Grund der Wärmeerzeugung an; Wilson (Nr. 563. S. 136) betrachtete diese als eine durch den Einfluß der Nerven auf das Blut bewirkte Secretion; nach Wedemayer (Nr. 547. S. 144) beruht sie auf dem gegenseitigen Einflusse des Athmens und der Nerventhätigkeit auf das Blut; nach Treviranus (Nr. 100. V. S. 69) auf der Ausdehnung und Zusammenziehung, welche der Nerve im Blute erregen soll; nach Hood (Nr. 782. p. 14) auf der vereinten Wirkung von Nerven und Blut. a) Dies scheint allerdings die naturgemäßeste Ansicht zu sein, namentlich da die einander begleitenden Systeme der Nerven und Blutgefäße in vollkommner Stetigkeit eben so an alle Organe nach Maaßgabe ihrer Lebendigkeit sich verbreiten, wie in diesen überall Wärme sich entwickelt, und da die Temperatur eines Gliedes bei Unterbindung seiner Arterie oder seines Nerven sinkt. b) Hierzu muß das Blut die nöthige Qualität haben, und auf solche Weise wird die Verdauung eine entfernte, das Athmen aber die nächste Bedingung der Wärmeerzeugung. Das durch Athmung arteriös gewordne Blut ist allein dazu geschickt, und indem es schon in den Lungen mit deren Nerven in Wechselwirkung tritt, beginnt in ihm die Wärmeerzeugung, welche im linken Herzen, im Aortensysteme und dessen Haargefäßen sich fortsetzt. J. Davy (Nr. 198. 1830. III. S. 380) fand im Leichname eines jungen Mannes 6 Stunden nach dem Tode die Temperatur unter der Leber 33,2°, unter der Aortenkammer 33,7°, und in der mit extravasirtem Blute gefüllten Lunge nur 32,4° R.: diese niedrigere Temperatur in den Lungen scheint eben darauf hinzudeuten, daß das Blut bei seinem Austritte aus dem Wirkungskreise des Nerven in das Parenchyma an Fähigkeit Wärme zu entwickeln einbüßt. Vermuthen läßt es sich, daß die Blutkörner, als das Wesentliche und eigentlich Lebendige des Blutes, vornehmlich die Wechselwirkung mit den Nerven eingehen, mithin

hauptsächlich die Träger, wie der Arteriosität, so auch der entwickelten Wärme sind, da ihre größre oder geringere Zahl bei den verschiednen Thieren im Ganzen genommen ihrem Wärmegrade entspricht. B) Die willkührliche Bewegung kann nur darauf beruhen, daß die polarisch einander gegenüberstehenden Nerven und Muskeln in eine dem Typus der Elektricität überhaupt entsprechende, durch den Begriff des Organismus aber modificirte Wechselwirkung treten. Wenn nun bei der Muskelbewegung Wärme entsteht (§. 999. B), so wird diese ebenfalls darauf beruhen. Die Muskelsubstanz steht aber vermöge ihres Gehaltes an Blutroth und Faserstoff den Blutkörnern sehr nahe; mithin dürfen wir in diesen ebenfalls ein elektrisches Verhältniß zu den Nerven vermuthen und dasselbe als den Grund der animalischen Wärme betrachten. c) Wilson Philipp (Nr. 563. S. 194) hat beobachtet, daß frisches arteriöses Blut, in welches der Leiter einer Voltaschen Säule geleitet war, wärmer wurde und später erkaltete als sonst, daß aber im venösen Blute der Galvanismus keine Wärme erzeugte. Auch kann die animalische Wärme, wenn sie nach der Verletzung des Nervensystems gesunken ist, durch Einwirkung des Galvanismus wieder erhöht werden (Nr. 562. S. 159. 180), und wenn eine Erschütterung des Körpers gleiche Wirkungen hervorbringt (§. 999. m), so geschieht dies wahrscheinlich durch Elektricitätserregung. Am lebenden Körper verursacht die Elektricität ebenfalls eine Erhöhung der Temperatur, wie z. B. in dem (§. 999. i) angeführten Falle. Endlich hat Buntzen (Nr. 822. S. 117 fg.) die Entwicklung von Wärme durch elektrische Wechselwirkung von Nerven und Muskeln beobachtet: an einer eben getödeten Kuh armirte er die durchschnittnen Nervenstämme des Schenkels mit Zink, die Muskeln des Unterschenkels mit Silber, brachte in die Muskeln des Oberschenkels ein Thermometer, und als dies seine größte Höhe erreicht hatte und zu sinken anfing, vereinigte er jene beiden Armaturen, worauf das Thermometer von 287 Linien auf 296 stieg; diese Wirkung nahm in demselben Maaße ab, als die lebendige Erregbarkeit sank. d) Wedemayer (Nr. 547. S. 150) hatte die vom Nervensysteme ausströmende Elektricität als die Quelle der animalischen Wärme betrachtet. De la Rive (Nr.

685. XV. p. 108 sqq.) ging davon aus, daß im organischen Gewebe die Bedingungen des Galvanismus erfüllt und Voltasche Apparate gegeben sind, und daß der Galvanismus in unorganischer Materie Wärme erzeugt, im animalischen Körper aber öfters ganz so wie die Nerventhätigkeit wirkt; er erklärte es demnach für wahrscheinlich, daß die elektrische Wirkung von Nerven und Arterien Wärme erzeuge. Hood (Nr. 782. p. 20) hat eine ähnliche Ansicht. e) Bei der Entstehung von Wärme in der Außenwelt (§. 995. A) treten mehr oder weniger deutlich elektrische Verhältnisse auf: Druck und Reibung erregt Wärme und Elektricität; bei Änderung des Cohäsionszustandes wird das Verdampfende positiv, das Feste negativ elektrisch, und beim chemischen Processe verhält sich das Basische positiv, das Sauerstoffige negativ. So bringt im Organismus die gegenseitige Spannung und elektrische Wirkung der verschiednen Gebilde, namentlich der Nerven und des Bluts oder der Muskeln Wärme hervor. f) Wie jede Weltkraft, vermöge der in der Natur herrschenden Mannichfaltigkeit, im Einzelnen eigenthümlich sich artet, so ist die organische Elektricität nicht durchaus dieselbe, wie wir sie in den physikalischen Apparaten erregen, sondern zeigt sich überall modificirt (§. 993. f), und eben so verhält es sich mit der Wärme: die Sonnenwärme, die Ofenwärme und die animalische Wärme machen bei gleichem Grade einen ganz verschiednen Eindruck; Rumford fand, daß seine Hand stärker auf das Thermometer wirkte als ein unorganischer oder todter organischer Körper von gleicher Temperatur; an einem Faulfieberkranken fühlen wir eine eigenthümlich widerliche, beißende Hitze, welche das Thermometer nicht anzeigt. Bei den elektrischen Fischen ist weder am ganzen Körper, noch auch am elektrischen Organe eine höhere Temperatur zu bemerken; denn wie eine Voltasche Säule Schläge geben kann, ohne die Temperatur zu erhöhen, so sind jene Organe eigne zu Entladung nach außen, nicht zu eigner, innrer Erregung bestimmte Apparate; daß es dabei nicht ganz an Wärmeentwicklung fehlt, hat Davy (Nr. 172. 1834. p. 543) erwiesen. g) Die Fische und Amphibien erzeugen wenig Wärme, weil ihr Gehirn im Verhältniß zum übrigen Körper noch zu klein ist und als

e.

f.

g.

Centrales noch nicht Kraft genug besitzt, daher die Einheit im Leben und die Abhängigkeit der einzelnen Theile vom Ganzen, also auch die Spannung zwischen Nerven und Muskeln geringer ist; weil ferner das Rumpfnervensystem noch zu unvollkommen entwickelt und mit dem Arteriensysteme nicht innig genug verknüpft ist. Die Temperatur der Frösche wird durch Reizung des Gehirns und Rückenmarks (Nr. 790. II. S. 121) oder durch ihre willkührliche Bewegung nicht erhöht. Bei den Vögeln erreicht die animalische Wärme ihren Culminationspunct, weil einerseits das Gehirn im Verhältniß zur Körpermasse am größten, andrerseits das Blut= und Muskelsystem bedeutend entwickelt, und dadurch die größte Spannung gegeben ist. So ist auch in kleinen Säugethieren, bei welchen die Proportion des Gehirns zum übrigen Körper beträchtlich ist, mit größrer Regsamkeit des animalen Lebens höher als beim Menschen, da bei diesem die Kraft des Gehirns mehr intensiv und nach innen gerichtet, folglich die Spannung der Nerven gegen Blut und Muskeln verhältnißmäßig geringer ist. C) Das Gemeinsame aller organischen Körper aber besteht darin, daß sie in Wechselwirkung begriffne Gegensätze in sich schließen: auch in den niedrigsten steht Festes und Flüssiges einander gegenüber. So wird an den Pflanzen Elektricität (§. 993. a) und Wärme (§. 994. c) wahrgenommen, und wir dürfen annehmen, daß Beide in ursachlichem Verhältnisse zu einander stehen. Je vielfacher die organischen Glieder und je reger ihre Wechselwirkung und gegenseitige Abhängigkeit wird, um so mehr entwickelt sich elektrisches Verhältniß und Wärme.

C.

A. §. 1001. A) Da die Körper bei ihrer gegenseitigen Berührung sich in Hinsicht auf Temperatur in ein Gleichgewicht unter einander zu setzen streben, so ist die Temperatur des organischen Körpers auch von den Außendingen, namentlich von dem Medium, in welchem er lebt, abhängig. a) Die Äußerung des Lebens hat eine materielle Bedingung im tropfbaren Zustande der Säfte, und dieser hängt von der Temperatur ab: bei — 3° R. gefriert das Blut und bei + 60° R. gerinnt der Eiweißstoff als ein Bestandtheil aller Säfte. Jenes Erstarren ist aber bloß eine Veränderung des Cohäsionszustandes, welche durch den Ein=

a.

tritt einer höhern Temperatur wieder aufgehoben werden kann; das Gerinnen hingegen läßt sich ohne eine chemische Zersetzung nicht wieder in flüssige Form bringen. b) Ehe es aber zum Gefrieren oder Gerinnen kommt, wird die Lebensäußerung schon niedergedrückt, und hierbei zeigt sich dieselbe Verschiedenheit in den Wirkungen wie bei jenen Extremen: in der durch Kälte bewirkten örtlichen oder allgemeinen Erstarrung ist die Lebensäußerung bloß suspendirt, während die Hitze die Lebenskraft erschöpft. c) Wie das Leben überall verschieden sich artet, so gilt dasselbe auch in den Beziehungen zur äußern Temperatur: jede Art von organischen Körpern bedarf der äußern Wärme in eignem Verhältnisse, so daß manche in einer Kälte oder Hitze gedeihen, in welcher andre nicht zu leben vermögen. In der warmen Quelle von Abano von 23° R. lebt das Cyclostomum thermale, welches auch in Wasser von 30° sich lebhaft bewegt, und in solchem von 10° kein Lebenszeichen mehr giebt; auch in Quellen von 27 und 28° Wärme fand Lamark Schnecken und Marcescheau Schildkröten und Fische, so wie Dunbar in solchen von 40 bis 50° Muscheln und dicht dabei Sträucher und Bäume, desgleichen Sonnerat in welchen von 63°; der Boden in der Nähe eines Vulcans hatte nach Forster 79° Wärme und war mit blühenden Gewächsen besetzt; und in dem von einem Vulcane ausgeworfenen Wasser von demselben Wärmegrade fanden sich, nach Humboldt, lebende Fische; Kirby sah einen Lyctus juglandis, den er aus einem erhitzten Mistbeete nahm, in kochendem Wasser fortleben. Dagegen leben Eisbäre, Polarfüchse, Rennthiere, weiße Hasen, Schneehühner rc. in einer zuweilen bis auf — 32° R. steigenden Kälte. d) Das Leben ist aber nirgends an einen bestimmten Grad der äußern Temperatur fest gebunden, vielmehr hat seine Abhängigkeit von derselben eine gewisse Breite. Der Mensch lebt in Ländern, wo die Hitze bis auf + 45° R., so wie in solchen, wo die Kälte bis auf — 32° R. steigt; hier vermag er aber nur dadurch auszuhalten, daß er sich durch Bekleidung und Wohnung gegen den Frost zu sichern weiß. Man kann annehmen, daß er im nackten Zustande bei einer Temperatur von 17° unter und über seiner natürlichen Wärme für die

Dauer nicht leben kann, so daß + 11° das Minimum und + 45° das Maximum der äußern Wärme sind. Ein Mann, mit welchem Currie (Nr. 172. 1792. p. 204—212) experimentirte, konnte nackt in der Luft von + 5° R. und bei scharfem Winde nur wenige Minuten und in einem Bade von + 3,5° kaum eine halbe Stunde aushalten; dagegen bleiben die Nordländer eine Viertel= bis halbe Stunde in einem Dampfbade

B. von mehr als + 50°. B) Das Leben sichert sich gegen die ihm verderblichen Grade der äußern Temperatur auf mannichfaltige

e. Weise, e) und zwar im animalen Reiche zunächst durch vom Instincte oder vom Verstande gebotene willkührliche Handlungen. So beziehen sich die periodischen Wanderungen der Thiere (§. 618) zum Theil auf das Bedürfniß eines mildern Klimas in der bevorstehenden Jahreszeit; andre Thiere ziehen sich nur von der Oberfläche mehr gegen den eine gleichförmigere Temperatur behauptenden, also im Vergleich mit der Atmosphäre im Sommer kühlern, im Winter wärmern Erdboden zurück, wie denn die Fische bei großer Hitze oder Kälte mehr auf den Grund gehen, und die Landthiere in Gruben und Höhlen sich flüchten. Die Trägheit, welche bei starker Hitze eintritt, hält die Thiere von starken erhitzenden Bewegungen ab. In der Kälte halten sie ihre Wärme zusammen, indem sie durch eine gekrümmte Lage die der Atmosphäre ausgesetzte Oberfläche ihres Körpers verkleinern, oder in Gesellschaften sich an einander schmiegen, oder auch, wenn sie gegen die Kälte sehr empfindlich sind, ihre Nester mit Substanzen, welche schlechte Wärmeleiter sind, ausfüttern. Dem Menschenverstande ist es vorbehalten, dergleichen Stoffe zu einer tragbaren Bedeckung des Leibes zu verarbeiten, und in einem ge-

f. schloßnen Raume die Luft selbst zu erwärmen. f) Das bildende Leben schützt sich durch eine reichlichere Production solcher Gebilde, welche schlechte Wärmeleiter sind: in den kalten Zonen bildet sich die Lederhaut fester, unter ihr ein dickeres Fettpolster, und auf ihr eine reichlichere, längere zottige Haarbedeckung, die auch in den gemäßigten Zonen beim Eintritte des Winters dichter und wärmer wird (§. 617. i). Neger und farbige Menschen ertragen die Wärme der heißen Zone besser, da die dunkle Farbe analog

den rauhen Oberflächen mehr strahlende Wärme giebt, also die Wärme mehr ableitet: das Pigment, ein nothwendiges Product der Hitze, wird hinwiederum nöthig, um gegen die zu starke Einwirkung derselben zu schützen. g) Eine andre Sicherung liegt in der Constitution des Lebens, vermöge deren dieses entweder seine eigenthümliche Temperatur behauptet (k), oder die Bestimmung durch das äußre Medium erträgt. Letztres ist besonders den Bäumen und niedern Thieren eigen. Die Temperatur im Stamme einer Ulme oder Rothtanne kann ohne Schaden im Sommer auf + 23° steigen und im Winter auf — 14° sinken; im Frühlinge beginnt dann mit dem Aufthauen der gefrornen Säfte ihre Vegetation von Neuem (Nr. 677. S. 13. Nr. 816. S. 8). Mehrere Insectenlarven, die den Winter im Freien leben, können gefrieren ohne zu sterben, während die, welche den Winter in Schlupfwinkeln zubringen, durch das Gefrieren getödet werden (Nr. 573. p. 353). So können nach Falk auch gefrorne Blutegel und Regenwürmer durch die Wärme wieder belebt werden (Nr. 102. I. S. 171). Dasselbe ist auch der Fall bei den Entozoen von kaltblütigen Thieren (Nr. 102. I. S. 172). Bei den Wirbelthieren scheint ein wirkliches Gefrieren mit dem Bestehen des Lebens unverträglich, wenn nicht vielleicht die Fische hin und wieder eine Ausnahme davon machen. h) Aber die eigne Temperatur ist bei den Amphibien so wenig wesentlich, daß sie unbeschadet des Lebens um 15 bis 30° R. wechseln kann, je nachdem sie von der des äußern Mediums bestimmt wird: bei einer Viper hatten Magen und Mastdarm — 0,2°, als das Thier eine halbe Stunde lang in künstlich erzeugter Kälte gehalten worden war; 16° bei einer Luftwärme von 11,5°, und 26,9° bei einer Luft von 33,7° (Nr. 154. p. 104); so wechselte die Temperatur eines Frosches von — 0,4 in der Kälte auf + 14,2° in der Wärme (ebd. p. 90). In einer strengern Kälte sterben die Amphibien, und dann erst nimmt ihr Körper die Temperatur des Mediums an (ebd. p. 112). i) Die winterschlafenden Säugethiere gehören größtentheils zu verschiednen Familien, deren übrige Glieder den Winter durch wach bleiben, und unterscheiden sich von diesen durch keine Eigenthüm-

g.

h.

i.

lichkeiten des Baues, sondern nur dadurch, daß ihre Temperatur zwar nicht in so hohem Grade wie bei den Amphibien, aber doch ungleich mehr als bei den andern warmblütigen Thieren schwankt und von der des Mediums bestimmt wird. Am meisten ist dies bei den Fledermäusen der Fall: ihre Temperatur sank bei einer künstlich erzeugten Kälte von — 0,7° R. binnen einer Stunde auf + 11,4°, da sie zuvor + 27,3° in einer Luftwärme von 12° gewesen war (Nr. 413. p. 148—155. 258). Unter diesen Umständen schützt sie der Winterschlaf vor dem Erfrieren, indem ihre Wärme auf einen Punct sinkt, bei welchem das Leben nur C. in seinem latenten Zustande bestehen kann (§. 612. e). C) Die organischen Körper nehmen weniger oder doch später als unorganische die Temperatur des äußern Mediums an, und zwar geschieht dies bei Pflanzen und niedern Thieren mehr vermöge ihrer physikalischen Eigenschaften (der geringen Wärmeleitung und der Verdunstung), als vermöge besondrer Lebensthätigkeit, wiewohl diese nicht ohne Antheil ist, wie aus den an Gewächsen angestellten Beobachtungen sich ergiebt (§. 994. c). Daß die wirbellosen Thiere, so wie die kaltblütigen Wirbelthiere gewöhnlich eine höhere Temperatur haben als ihre Umgebung, ist bereits (§. 994. d. e) angeführt worden, und es ist bloß noch zu erwähnen, daß sie auch der höhern Wärme des äußern Mediums widerstreben. Die Entozoen scheinen nach Rudolphi (Nr. 102. I. S. 172) nicht die Wärme der Säugethiere und Vögel anzunehmen, in denen sie leben. J. Davy (Nr. 685. XXXIII. p. 196) fand bei 20° Luftwärme die Temperatur von Skorpionen und Asseln um 0,8 bis 0,9° niedriger, und eine Schabe hatte 19,3° bei einer äußern von 18,6, so wie von 23°. In Wasser von 14,6° Wärme war die Temperatur des Magens und Afters einer Schleihe 10,2° (Nr. 154. p. 105). Die von Fröschen war nach Hunter (ebd.) 0,8° bei 4,5° der Luft; nach Czermak 6,5° bei 10,5°; nach de la Roche 16,9° bei 28°, und 17,6° bei 29,5°, nach Davy 20° bei 21,4° der Luft. So hat man Schlangen und Eidechsen in der heißen Zone, wenn sie eine Zeit lang auf dem brennend heißen Boden gelegen hatten, und Fische in heißen Quellen immer weniger warm gefunden als ihre Um-

gebung (Nr. 102. I. S. 175). D) Die Wärme der Vögel und Mammalien kann sich natürlich dem Einflusse der äußern Temperatur nicht gänzlich entziehen, läßt sich jedoch nur in beschränktem Maaße durch dieselbe bestimmen. Bei Sperlingen z. B. fand Edwards (Nr. 413. p. 489) im Februar 32,5°, im April 33,6°, und im Juli 34,6° R.; in kalten Gegenden widerstehen sie einer bedeutenden Kälte, und wenn diese auf — 33° steigt, so erstarren sie zwar, lassen sich jedoch in der Wärme wieder erwecken (Nr. 102. I. S. 179); in einer Hitze von 40° aber sterben sie bald. Die Wärme der Kaninchen stieg nach de la Roche bei 29° Luftwärme binnen 1½ Stunde von 25,3 auf 28°, aber bei noch höhern Wärmegraden nicht über 31°; dagegen war die Wärme des Polarfuchses nach Parry + 32,4 bei — 5,7° Kälte, + 32,8 bei — 11,1°, und + 32 bei 26,6°; und selbst bei — 32°, wo das Quecksilber gefriert, erleidet die Wärme der arktischen Thiere nur eine geringe Abnahme. Doch wir haben vornehmlich die Temperatur des Menschen ins Auge zu fassen. k) Sie wechselt nach Davy (Nr. 685. XXXIII. p. 181 sqq.) in den Tageszeiten, jedoch von der äußern Temperatur um so mehr abweichend, je niedriger diese ist. Davy fand nämlich Folgendes:

Zeit	Luftwärme	eigne Wärme unter der Zunge	also Abweichung
6 Uhr Morgen	16,83° Cent.	36,65° Cent.	19,82° Cent.
9 — —	18,88 —	36,37 —	17,49 —
1 — Mittag	25,45 —	36,94 —	11,49 —
4 — Nachmittag	26,00 —	36,94 —	10,94 —
6 — —	21,64 —	37,22 —	15,58 —
11 — Abend	20,54 —	36,65 —	16,11 —

l) Auf ähnliche Weise ändert sie sich in den verschiednen Jahreszeiten, der äußern Temperatur entsprechend, aber in ungleich geringerem Grade als diese. Franklin bemerkte, daß in einer Sommerhitze von 30,2° R. seine Wärme nur 28,4° war; nach Martins (Nr. 228. XXVI. S. 304) Beobachtungen war seine Hautwärme an der Brust im November bis März 26 bis 27,3° R.,

im April und Mai 27,3 bis 28,6, im Juni und Juli 29,5, im August 28,6, im September 28,0, und im October 27,3°; die Temperatur seines Harns war gewöhnlich 28,6, aber im
m. Juli 29,2°. m) Lining hatte in Charlestown, Adanson am Senegal, Ellis in Georgien an sich eine niedrigere Temperatur als in der Luft bemerkt. Davy (Nr. 685. XXXIII. p. 181) beobachtete auf der Fahrt nach Ostindien, daß die menschliche Temperatur, die in Europa 29,3° R. gewesen war, in der heißen Zone auf 30,2° stieg, und daß auch die dasigen Eingebornen eine Wärme von 29,5 bis 30,6° hatten. Nach den Beobachtungen von Eydoux und Souleyet (Nr. 190. 2. Série. IX. p. 190) sinkt sie beim Übergange in ein kaltes Klima langsam, und steigt beim Übergange in ein heißes schneller, war aber am Cap Horn bei 0° der Atmosphäre nicht viel niedriger als in Calcutta bei einer Hitze von 32°. Eben so ergab sich aus den von Reynaud an 12 Menschen angestellten Untersuchungen, daß die menschliche Temperatur im Durchschnitte bei 10 bis 14° R. Luftwärme in der gemäßigten Zone 29,5° R., und bei 20 bis 24° in der heißen Zone 30° betrug. Auch nahm sie nach Roß und Parry unter 74° nördlicher Breite bei einer Kälte von
n. — 40° nicht merklich ab. n) Experimente mit künstlicher Wärme wurden zuerst von Fordyce (Nr. 172. 1775. p. 113 sqq.) angestellt. Er ging, bis auf das Hemd ausgezogen in ein Gemach, dessen Luft durch geheizte Röhren am Fußboden und darauf gegoßnes kochendes Wasser auf 23 bis 25° R. erhitzt war; nach 5 Minuten ging er in ein andres Gemach von 34° Wärme, nach 10 Minuten an eine Stelle, wo die Temperatur 39° war, und hier blieb er 20 Minuten: das Thermometer zeigte unter seiner Zunge, so wie in seinem Harne 30°. Dieselbe Temperatur hatte er auch, als er ein andresmahl eine Viertelstunde lang in einem ähnlichen Dampfbade von 43° geblieben war. Er ging ferner mit Blagden, Phipps, Banks und Solander in ein durch einen eisernen Ofen auf 73° R. geheiztes Gemach, wo sie 10 Minuten blieben, worauf Solander noch 3 Minuten bei 79 und Banks 7 Minuten bei 79,5° sich aufhielt: wenn sie auf ein Thermometer hauchten, so sank es um einige Grade,

und bei stärkerem Ausathmen, so wie bei Berührung ihres Körpers hatten sie ein Gefühl von Kühlung; so sank auch die Temperatur des Gemachs durch ihren Aufenthalt daselbst, und um so mehr, je mehr Menschen darin waren. In Dobsons (ebd. p. 463 sqq.) Versuchen erhöhte der 10 Minuten lange Aufenthalt in einer auf 75° R. geheizten Schwitzstube die menschliche Temperatur auf 30°; diese stieg bei 79° nach 20 Minuten auf 30,9, und bei 85°, wo Wachs in 5 Minuten schmolz und Eiweiß in einem zinnernen Gefäße nach 10 Minuten gerann, nach 10 Minuten auf 31,1°. Blagden (ebd. p. 485 sqq.) hielt selbst an einem rothglühenden Ofen in einer Hitze von 126 bis 135° aus, wo Wasser, wenn es mit einer Schicht Öl bedeckt war, kochte. Die Temperatur von de la Roche und Berger stieg in der Hitze von 39° und darüber nur um 3 bis 4°. Als Volkmann (Nr. 261. p. 56) eine Stunde lang nackt in einem Dampfbade von 30 bis 40° zugebracht hatte, betrug seine Wärme im Munde nur 29°. So bemerkten auch Breschet und Becquerel nur eine geringe Veränderung der menschlichen Temperatur von einem kalten oder heißen Bade. o) Wenn Hunter (Nr. 154. p. 94) ein Stück Eis von der Größe einer Wallnuß in den Mund nahm, so sank die Temperatur daselbst von 28,8 auf 20°. Nach dem Trinken eines kalten Mineralwassers nahm bei Martin (Nr. 228. XXVI. S. 306. 314) die Wärme an Händen und Füßen sogleich um 1,6, am Unterleibe um 0,8, an der Brust und im Harne um 0,4° ab, und während die Gliedmaaßen nach einigen Stunden ihre natürliche Wärme wieder erhielten, blieb der Unterleib bis zum Mittagsessen kühl; nach warmem Essen, Thee oder Kaffee wurde sein Harn um 1,6° wärmer als gewöhnlich. Ein auf 26,6° erwärmtes todtes Zeugungsglied nahm nach Hunter (a. a. O. p. 96 sq.) in Wasser von 8° dessen Temperatur an, während sie an dem eines lebenden Menschen von 26,6 nur auf 11,5° sank; in Wasser von 38,3° stieg die Wärme des erstern auf 36,4, die des letztern nur auf 31,2°. In Wasser von 34° Wärme nahm die Temperatur der Hand nach Gentil (Nr. 185. III. S. 459) binnen 10 Minuten um 1°, späterhin mehr zu. Der Fuß eines drei=

jährigen Kindes, welches bei — 1,6° Kälte barfuß ging, hatte nach Martin (a. a. O. S. 310) + 10,3°, und bei — 13,5° Kälte, wo es über Frost klagte, + 6° Wärme. Becquerel und Breschet fanden, daß die innre Temperatur des Arms in eiskaltem Wasser nur um 0,16° abnahm, und in Wasser von 33° Wärme ebenfalls nur um 0,16° stieg.

§. 1002. Zu den Umständen, welche auf die Behauptung des eignen Wärmegrades Einfluß haben, gehören A) zunächst die äußern Verhältnisse. a) Die Bedeckung des Körpers mit Substanzen, welche schlechte Wärmeleiter sind, schützt nicht allein gegen Kälte, sondern auch gegen äußre Hitze, und wird nur bei Erhöhung der innern Wärme lästig. So machte Tillet (Nr. 173 1764. p. 193 sq.) die Erfahrung, daß Thiere, wenn sie in Tücher eingeschlagen waren, mehr Hitze vertrugen als sonst; Blagden (Nr. 172. 1775. p. 485 sqq.) hielt die Hitze von 126° R. und darüber nur durch vollständige und dicke Bekleidung aus, und wurde, als er sich entkleidete, stärker davon angegriffen. b) Die Dichtigkeit einer Substanz steht im Verhältnisse zu ihrer Leitungskraft. Bei gleicher Temperatur erhitzt also heißes Wasser stärker als Dampf, und dieser stärker als Luft; während Banks (Nr. 172. 1775. p. 119 sq.) eine Luftwärme von 79,5° aushielt, konnte er die Hitze des Weingeistes von 43° kaum, die des Quecksilbers von 39° aber gar nicht ertragen, und alles Metall in dem Gemache war so heiß, daß er es nicht anfassen konnte. Gleiches gilt von der Kälte. Nur das Verhältniß der Ausdünstung modificirt die Wirkungen der größern oder geringern Dichtigkeit des äußern Mediums. c) Die Bewegung der Luft verstärkt die Wirkungen ihrer Temperatur. In dem auf 126° und darüber geheizten Gemache empfand Blagden (ebd. p. 486) die Hitze stärker, wenn die Luft durch sein Gehen oder durch einen Blasebalg in Bewegung gesetzt wurde. Currie (ebd. 1792. p. 199) erfuhr, daß auf einem im Winter gestrandeten Schiffe zwei gesunde starke Männer, die allein auf dem über dem Wasser befindlichen Theile des Schiffs der Luft bei einer Temperatur von — 0,8 bis + 0,8° und scharfem Winde mit Regen und Schnee ausgesetzt gewesen, 4 und 7 Stun-

den nach dem Scheitern gestorben waren, indeß die übrige Mannschaft, die mehr oder weniger tief im Wasser stand, am Wrack sich festhielt und übrigens durch Bewegungen die Kälte zu überwinden sich bemühte, 23 Stunden in dieser Lage zubrachte, wo dann ihre Rettung erfolgte. Hierdurch veranlaßt, stellte er eine Reihe ziemlich roher Experimente an, indem er einige Menschen nackt bald einer kalten windigen Luft aussetzte, bald in ein kaltes, bald wieder in ein warmes Bad steigen ließ: es ergab sich, daß ein Mensch, der aus dem kalten Bade steigend sich der freien Luft von derselben Temperatur bei Windstille aussetzt, nichts an Wärme verliert, im Winde aber, auch wenn die Luft wärmer ist, schnell um einige Grade kälter wird. d) Zugleich bemerkte er, daß der Salzgehalt des Seewassers, so wie der Zusatz von Salz zu einem gewöhnlichen Wannenbade durch Reizung der Haut dem Eindrucke der Kälte entgegen wirkte, so daß die Temperatur dadurch weniger herabgesetzt wurde. B) Was die Verhältnisse des Organismus selbst betrifft, e) so bemerkte de la Roche, wie früher Tillet, daß die Größe des Körpers für die Behauptung der eignen Wärme günstig ist. f) Den größten Einfluß übt aber der Zustand der Lebenskräfte aus. So fand z. B. Currie (a. a. O. p. 217), daß bei jungen Leuten, welche er, das Thermometer unter der Zunge haltend, in eine Wanne sitzen und mit kaltem Salzwasser über Kopf und Schultern begießen ließ, die Temperatur, wenn sie schwächlich waren, in der ersten Minute sank, wenn sie aber mehr Lebenskraft besaßen, sich gleich blieb und bald um 0,8° R. stieg. Blutverlust, Überreizung, überhaupt Alles, was das Leben schwächt, vermindert auch das Vermögen der Kälte zu widerstehen. g) So hat denn auch das Lebensalter einen bedeutenden Einfluß (§. 517. B. 534. d. 539. b. 556. c. 560. e. 588. d). Auf solche Weise erfrieren auch viele Gewächse im Frühjahre bei einem Grade von Kälte, der ihnen im Herbste, wo ihre Säfte gehaltreicher und ihre Gefäße mehr verholzt sind, nichts schadet (Nr. 816. S. 12). h) Ein jäher Wechsel der äußern Temperatur wird weniger vertragen als ein allmähliger. Currie (a. a. O. p. 205 sqq. 216) sah die Wärme der Menschen, die er nackt plötzlich der Kälte aussetzte, von 29

d. B. e. f. g. h.

auf 24° R. sinken, und gingen sie dann sogleich in ein Bad von 32°, so schrieen sie vor Schmerzen auf; ging er selbst wechselsweise, aber langsam, in ein Salzbad von 1,7° und in ein warmes Bad von 28,4°, so blieb sich seine Temperatur gleich. Die Bäume erfrieren besonders, wenn der Frost unmittelbar nach einem höhern Wärmegrade eintritt. Hunter (Nr. 154. p. 121) bemerkte, daß Eidechsen und Schlangen sterben, wenn sie aus dem Winterschlafe sogleich in die Wärme gebracht werden. So geht der Scheintod erfrorner Menschen bei Einwirkung großer Wärme in wirklichen Tod über, und auch den Pflanzen ist eine zu schnelle Erwärmung nach der Kälte schädlich. i) Die Gewöhnung übt einen großen Einfluß aus. Wenige Monate, in einem heißen Klima verlebt, reichen hin, den Körper gegen die Kälte sehr empfindlich zu machen, so daß bei einer Luftwärme von 14° R. in der Nacht das Gefühl von Kälte den Schlaf verscheuchen kann (Nr. 444. I. S. 168). Durch Gewohnheit kann man es dahin bringen, daß man es in einer Badestube von 60° R. eine Viertelstunde lang aushält (Nr. 228. XXVI. S. 308); so fand Tillet (Nr. 173. 1764. p. 188 sqq.) mehrere Bäckermädchen dermaaßen an die Hitze des Backofens gewöhnt, daß sie in demselben bei 35 bis 40° R. 5 bis 10 Minuten lang aushielten, wie Ähnliches von den Leuten geschieht, die sich als Unverbrennliche dem Publicum zeigen. Die Abstumpfung des Gefühls hat allerdings auch ihren Antheil: Martin (Nr. 228. XXVI. S. 308) fand bei einem barfuß gehenden Kinde die Wärme des Fußes, als es die Kälte noch nicht gewohnt war und über Frost klagte, 12,6°, und späterhin, wo es daran gewöhnt war und keinen Frost mehr empfand, nur 8°.

k. k) Edwards (Nr. 413. p. 252 sqq.) hat aber bewiesen, daß die Gewöhnung auf Umstimmung nicht allein des Wärmegefühls, sondern auch der Wärmeerzeugung beruht. Plötzlich einwirkende Kälte hat zwar eine Verminderung der Wärmeerzeugung zur Folge, so daß man z. B. nach einem Falle in kaltes Wasser einige Tage lang sich nicht erwärmen kann und gegen neue Kälte empfindlicher ist als sonst (ebd. p. 247); auch verursacht nach Einwirkung der Kälte die äußre Wärme eine stärkere Wärme-

erzeugung, denn wenn man Thiere unter solchen Umständen von Neuem der Kälte aussetzt, so sinkt ihre Temperatur um so langsamer, je länger sie zuvor in der Wärme gewesen waren (ebd. p. 250). Doch ganz anders ist es bei dem im Laufe des Jahres eintretenden Wechsel, wo ein gewisses Verhältniß der Temperatur allmählig im Ganzen herrschend wird: die Wärmeerzeugung steigt beim Sinken der äußern Wärme, und umgekehrt. Wenn z. B. Sperlinge in dieselbe künstliche Kälte gebracht wurden, so sank ihre Temperatur binnen einer Stunde im Juli um 3,62, im August um 1,62, im Februar um 0,4° (ebd. p. 163).

§. 1003. Der Widerstand, welchen der Organismus der äußern Temperatur entgegensetzt, ist also in den Verhältnissen seiner Thätigkeit begründet, wird aber durch die geringe Leitungskraft seiner Substanz bedeutend unterstützt. Es bleibt also nur die Frage, welche organische Thätigkeit es ist, die der äußern Temperatur entgegenwirkt. a) Man hat hier die Verdauung und die Nutrition genannt. In der Kälte, sagt man, ist Eßlust und Verdauungskraft stärker, und das Bedürfniß einer kräftigen, animalischen, gewürzhaften Kost, so wie geistiger Getränke größer, daher auch die Wärme, welche erzeugt wird, höher, während in der Hitze das entgegengesetzte Verhältniß eintritt; eben so ist auch die Nutrition in der Kälte ergiebiger, wogegen in der heißen Jahreszeit der Körper mehr mager wird. Allein die allermeisten Thiere nehmen im Winter weniger Nahrung zu sich, und andrer Gründe (§. 996. b. 998. q) nicht zu gedenken, so kann auch die Behauptung der eignen Temperatur gegen einen momentanen äußern Wechsel (§. 1001. n. o) nicht von jenen Functionen abhängen. b) Die Ausdünstung als ein Übergang der Flüssigkeit aus dem tropfbaren Zustande in Dunstgestalt, bildet als Mittel der Abkühlung einen Gegensatz zur Wärmeerzeugung, und erhält die Temperatur des Organismus auf demselben Puncte, indem sie bei äußrer Wärme sich vermehrt und in der Kälte sich vermindert. Man führt dafür an, daß, wie kalte Begießungen durch vermehrte Verdunstung die Hitze lindern, so auch beim Ausbruche des Schweißes die Fieberhitze erträglicher wird, wäh-

a.

b.

rend diese bei mangelnder Ausdünstung einen hohen Grad errei=chen kann, ohne daß die Wärmeerzeugung gerade verstärkt zu sein braucht; daß die Europäer in der heißen Zone nur durch den auch bei den Orientalen gewöhnlichen Gebrauch von Salben und warmen Bädern sich gesund erhalten, indem dadurch der übermäßigen Ausdünstung und davon abhängigen Abkühlung und Ermattung vorgebeugt wird, und daß ein kaltes Getränk in der Hitze vorzüglich nur dann schadet, wenn durch Erschlaffung schon reichliche Ausdünstung eingetreten und der Körper im Abkühlen begriffen ist; daß nach Franklins Bemerkung Schnitter in Pensylvanien bei 30° Hitze ihre Arbeit verrichten konnten, so lange sie schwitzten, und daß, wenn bei solcher Temperatur die Hautausdünstung stockt, ein plötzlicher Tod erfolgen kann; daß bei plötzlichem Übergange in ein heißes Klima die Haut durch stärkere Ausdünstung trocken wird, und man dann einer Krankheit nur durch reichliches Wassertrinken vorbeugt (Nr. 782. p. 26). De la Roche (Nr. 181. III. p. 378 sq.) beobachtete, daß nach einer Erwärmung von 23,5° die Temperatur eines Frosches eben so wie die eines feuchten Badeschwammes nach einer Stunde auf 17,5° gesunken war, und wollte dadurch wenigstens die Möglichkeit beweisen, daß die animalische Wärme durch die Ausdünstung in Schranken gehalten werde; indeß fand er, daß sich dies bei warmblütigen Thieren nicht ganz bestätigte: brachte er ein mit Wasser gefülltes Gefäß, welches vermöge der durch seine poröse Substanz erfolgenden Verdunstung eine Abkühlung bewirkt (Alcarrhazas), von 22,4° und daneben ein Kaninchen von 25° in einen Behälter von 28,5°, so fand er, daß die Temperatur des letztern auf 28° stieg, während die des erstern auf 20,4° sank. In der That treten jener Erklärung mehrere Gründe entgegen. Der Organismus behauptet seine Temperatur in der Wärme, auch wenn die Ausdünstung beschränkt oder gehemmt ist. Im Dampfbade von 43,5° blieb die Temperatur von Fordyce (Nr. 172. 1775. p. 114 sq.) 30°, und das Wasser, welches dabei an seinem Körper herabfloß, schien, da er der kälteste Körper in der Stube war, nur ein Niederschlag von Dämpfen zu sein, deren Verdichtung seine Wärme noch hätte vermehren müssen. De la Roche

(a. a. O. p. 385) wendet zwar dagegen ein, Fordyce habe die Folgen der verminderten Ausdünstung nicht erfahren können, da er nicht länger als eine Viertelstunde im Dampfbade geblieben sei, und führte dagegen seine Beobachtungen an, nach welchen bei Thieren, die er eine Stunde lang in Wasserdämpfen von 24 bis 26° Wärme gehalten hatte, die Temperatur um 2 bis 4° stieg; indessen mußte er (ebd. p. 388 sq.), da diese Erhöhung der Temperatur nicht bedeutend genug war, noch annehmen, daß die Ausdünstung dabei nicht gänzlich gehemmt gewesen sei. Allein Volkmann (Nr. 261. p. 59) hatte bei einem drei Viertelstunden dauernden Aufenthalte in einer Hitze von 31 bis 37° die Ausdünstung durch Salben des ganzen Körpers möglichst gehemmt, und doch stieg seine Temperatur nur auf 30°, mithin in der Hand nur um 1°, und im Munde nur um 0,5° höher, als sie zuvor gewesen war. Endlich nimmt der Organismus auch in heißem Wasser, wo die Ausdünstung noch mehr gehemmt ist, dessen Temperatur nicht an, und die in heißen Quellen lebenden Thiere beweisen, daß dies nicht bloß bei einem kurzen Aufenthalte darin möglich ist. Nach Volkmanns (ebd. p. 58. 63) Beobachtungen blieb sich die Temperatur beim Ausbruche des Schweißes gleich, und bei einem Kaninchen, welches er mit Äther besprengte, war in einer Hitze von 40° ungeachtet der starken Verdunstung die Temperatur der Mundhöhle eben so auf ihrem frühern Standpuncte geblieben, wie bei einem andern in derselben Hitze. So erkannte denn auch Edwards (Nr. 413. p. 254. 385), daß die Verhältnisse der Ausdünstung die Behauptung der organischen Temperatur unterstützen, aber nicht begründen können, daß namentlich ihre Verstärkung zwar gegen ungewöhnliche Grade der Hitze, aber nicht gegen die Hitze des Klimas oder der Jahreszeiten schützt. Wenn auch die Ausdünstung unter dem Einflusse der äußern Temperatur steht, so hängt sie doch nicht von ihr ab, wird vielmehr von der Lebensthätigkeit bestimmt, und kann daher auch in kalter trockner Luft sehr stark sein, ohne daß der Körper dadurch von seiner Wärme verliert. c) Eben so wenig ist es zur Genüge erwiesen, daß die Behauptung des eignen Temperaturgrades auf den Verhältnissen des Athmens beruhe. c.

In der Kälte, sagt man, ist die Luft dichter, an Sauerstoff reicher, von fremden Beimischungen freier, und wie jede Verbrennung, so geht auch das Athmen, und somit die Wärmeerzeugung dann lebhafter vor sich; in der Hitze verhält es sich umgekehrt. Allein nach den (§. 977. k) angeführten Beobachtungen ist die Consumtion von Sauerstoff in gelinder Wärme größer als in der Kälte. Dagegen giebt freilich Edwards (a. a. O. p. 200—206) an, daß Vögel in eingeschloßner Luft im Winter früher an Athmungsbeschwerde leiden und ersticken als im Sommer; jedoch überzeugte er sich, daß dies nicht von der gegenwärtigen Einwirkung der äußern Temperatur, sondern von der durch die Jahreszeit bewirkten Stimmung der Lebensthätigkeit abhing, so daß also während des Winters auch in künstlicher Hitze mehr Sauerstoff aufgenommen wird, während doch die eigne Temperatur sich nicht dabei im Verhältnisse erhöht. Übrigens waren die Beobachtungen selbst nicht entschieden genug: die Athmungsbeschwerde z. B. soll bei den Vögeln durchschnittlich im Winter nach 52½, im Sommer nach 68¾ Minuten eingetreten sein; allein unter 10 Fällen waren 3, wo sie im Sommer erst nach 70 bis 83, und 2, wo sie im Winter schon nach 48 bis 59 Minuten sich zeigte. Legallois bemühte sich die Abhängigkeit der Erhaltung des eignen Wärmegrades vom Athmen darzuthun; aber er überzeugte sich, daß die Menge der ausgehauchten Kohlensäure in keiner Proportion zur Behauptung des eignen Wärmegrades steht (Nr. 419. II. p. 60), und so fand er dasselbe öfters auch in Bezug auf die Menge des absorbirten Sauerstoffs, wo er denn seine Meinung durch die Annahme zu retten suchte, daß bei einer gewissen Erschwerung des Athmens durch die verstärkte Einathmungsbewegung und durch die größre Menge der in die Lungen aufgenommnen Luft Wärme verloren gehe, also auch ungeachtet der reichlichern Consumtion von Sauerstoff doch eine Abkühlung erfolgen könne (ebd. p. 41 sq.). Fordyce und die übrigen Theilnehmer an seinem Experimente bemerkten, daß während in einer Hitze von 52 bis 80° R. ihre Temperatur nur unbedeutend erhöht wurde, ihr Athmen nicht angegriffen, weder erschwert noch beschleunigt war (a. a. O. p. 117). d) Eine

d.

befriedigendere Erklärung, welche zugleich auf alle organische Wesen ihre Anwendung findet, gewährt uns die Annahme, daß die Wärme durch die elektrische Wechselwirkung der organischen Theile entwickelt wird (§. 1000. B. C). In der Hitze tritt die Lebensthätigkeit mehr nach außen; die Sensibilität wird erhöht, und dabei entsteht eine Erschlaffung, so daß bei erhöhter Gemeinschaft mit der Außenwelt die innre Wechselwirkung, folglich auch die Wärmeerzeugung sinkt. Die Beobachter, die sich einer großen Hitze ausgesetzt hatten, z. B. Blagden (Nr. 172. 1775: p. 487 sqq.), waren darauf in hohem Grade ermattet, und man begegnet solcher Erschlaffung beim Gebrauche von Dampfbädern nur durch die wesentlich dazu gehörigen Begießungen, welche wieder eine kräftigere Spannung erregen. Die Thiere, die, z. B. von Guyot (Nr. 196. XLVI. S. 10), einer großen Hitze ausgesetzt wurden, zeigten eine gleiche Mattigkeit; und nach Humboldt (Nr. 546. I. S. 302 fgg.) wird die Lebensthätigkeit der Thiere im warmen Klima durch Galvanisiren früher erschöpft: solche, bei denen in Deutschland der Galvanismus 2 bis 3 Stunden lang Bewegungen erregte, waren in Italien oft schon nach 20 bis 25 Minuten gegen seine Einwirkung unempfänglich. Durch die Wärme wird die Leitung der Elektricität vermehrt, so daß an unsern Elektrisirmaschinen die Elektricität sich mehr zerstreut und weniger anhäuft, sobald das Reibezeug durch die Friction in höherem Grade erhitzt worden ist. — Die Kälte hingegen weckt eine lebhafte Reaction, und indem sie die Gemeinschaft mit der äußern Natur beschränkt, facht sie den innern Lebensproceß mehr an; die Spannung der organischen Theile gegen einander steigert sich, und somit auch ihre lebendige organische elektrische Wechselwirkung, wie denn auch die Erscheinungen freier Elektricität am menschlichen Körper (§. 993. b) meist nur in der kalten Jahreszeit beobachtet werden. Hiernach wirkt denn das äußere Medium bei gleicher Temperatur verschieden, je nachdem es die Lebendigkeit und Wechselwirkung der organischen Theile mehr oder weniger erregt: der Organismus widersteht der Kälte des Wassers besser, wenn dieses durch seinen Salzgehalt die Haut reizt; durch Wasserdunst wird die Reizkraft der Luft herabgesetzt

und dadurch die Wärmeerzeugung vermindert, somit auch dem Einflusse der äußern Hitze entgegengewirkt. Wo der elektrische Gegensatz und die Wechselwirkung der organischen Theile schwächer ist, da ist auch die Kraft, der äußern Temperatur zu widerstehen, gesunken. Dies gilt nicht nur vom Gesammtleben, wie man z. B. im Schlafe mehr von der Hitze leidet und leichter in der Kälte erfriert, sondern auch von dem örtlichen Zustande: so bekam nach den Beobachtungen von Earle (Nr. 185. III. S. 421 fg.) ein Kranker an einem gelähmten kalten Gliede in warmem Korne, dessen Wärmegrad er zuvor mit dem gesunden Gliede versucht und angemessen gefunden hatte, Brandblasen, und in einem andern Falle entstanden dergleichen an einem durch Zerschneidung seines Nerven gelähmten Finger in der Kälte. Hierdurch wird es denn bestätigt, daß die Behauptung der eignen Temperatur theils durch das geringe Leitungsvermögen der organischen Materie, theils durch ein Verhältniß der allen Gliedern gemeinschaftlich zukommenden organischen Thätigkeit bewirkt wird. Die Ausdünstung kann in der Hitze mitwirken, wie denn z. B. Martin (Nr. 228. XXVI. S. 307), als er durch starke Bewegung seine Hautwärme auf 29,5° R. gebracht hatte, an den schwitzenden Theilen (Brust und Stirne) nur 28° fand; allein ihr Antheil ist beschränkt, besonders bei Erhaltung der eignen Temperatur in der Kälte. Verdauung und Athmen aber geben bloß die allgemeinen Bedingungen der Erzeugung und Behauptung der organischen Wärme ab.

a. §. 1004. a) Mehrere niedere Pflanzen und Thiere leuchten, sei es nun, daß ihr Licht durch das Verbrennen eines phosphorhaltigen Secrets, oder durch eine elektrische Wirkung entwickelt wird. Für Erstres (§. 813. F) spricht, daß man bei mehrern der hierher gehörigen Thiere eine besondre leuchtende Materie antrifft, daß mit dieser das Leuchten auf andre Körper übergetragen werden kann, und daß es durch Zutritt oder Abwesenheit von Sauerstoffgas verstärkt oder aufgehoben wird. Es wird durch Erschütterung verstärkt oder erregt, und eben so durch willkührliche Bewegung des Thiers selbst, namentlich bei einigen Quallen durch die Zusammenziehung des Körpers. Es hört aber beim

Tode oder bald darnach auf, ändert sich oft ohne äußern Anlaß, und steht unter dem Einflusse des animalen Lebens. Nach Macaire (Nr. 584. LXX. S. 269 fgg.) hängt es bei den Leuchtkäfern von der Willkühr ab, so daß sie es z. B. bei einem Geräusche plötzlich hemmen, während doch keine Spur von einer Haut sich entdecken läßt, durch welche diese Verdunklung bewirkt werden könnte; so bemerkt auch Macartney (ebd. LXI. S. 115 fgg.), daß die Art und Stärke des Leuchtens von keinem Mechanismus abhängt, so wie daß die leuchtende Materie auch ohne Zutritt von Sauerstoff leuchtet und an der Flamme sich nicht entzündet, also nicht phosphorhaltig ist. b) Bei mehrern Säugethieren sieht man im Dunkeln ein Leuchten der Augen, besonders wenn sie sehr aufgeregt, begierig oder zornig sind. Nach Gruithuisen, Prevost, Esser und Andern ist es nur eine Spiegelung der in die Dunkelheit einfallenden Lichtstrahlen vermöge der von Pigment freien glänzenden Tapete an der Chorioidea.

b.

Das Lebensprincip.

§. 1005. Der lebendige Körper hat als Körper die allgemeinen Merkmale der Materie mit den leblosen Körpern gemein. Er besteht aus denselben Grundstoffen wie diese, aber in einer ihm ausschließlich zukommenden Zusammensetzung, so daß seine Substanz von jeder unorganischen sich unterscheidet. Auch wirken an ihm die gleichen Kräfte wie an den unorganischen Körpern; aber sie werden in ihm auf besondre Weise zusammengehalten, so daß sie theils modificirt erscheinen, theils eigenthümliche Wirkungen hervorbringen. Jene Grundstoffe und diese Kräfte geben also bloß seine Elemente ab; die Art ihrer Verbindung ist ihm eigen, und setzt etwas voraus, was diese Vereinigung bewirkt und den unorganischen Körpern abgeht. A) In früherer Zeit begnügte man sich oftmahls, das Gemeinsame jeder einzelnen Reihe von Lebenserscheinungen als eine eigne Kraft zu betrachten; man blieb dabei stehen, daß dem Organismus eine Assimilationskraft, eine Nutritionskraft, oder eine chylopoetische Kraft u. s. w. zukomme, und noch Haller nahm außer der Seele Sensibilität, Irritabi-

A.

lität und Tonus oder lebendige Contractilität als die Factoren des Lebens an. Dadurch wurde denn nichts als eine Classification der Wirkungen des Lebens gewonnen. B) Dagegen erkannte man, besonders in neuern Zeiten, daß das gemeinsame Band, welches bei jener Ansichtsweise unbeachtet blieb, aufzufassen, und die Gesammtheit der Lebenserscheinungen von einem einigen Principe abzuleiten sei. a) Stahl ging von der Überzeugung aus, daß das Leben nur auf einem geistigen Grunde beruhen könne; indem er aber den schaffenden Geist der Welt nicht scharf genug von der individuellen Seele unterschied, vielmehr letztre als das Lebensprincip ansah, müßte seiner Lehre nach der Embryo die zur Bildung seines Körpers erforderliche Einsicht, mithin, namentlich auch der thierische, eine höhere Geisteskraft als der ausgebildete Mensch besitzen; Stahl mußte behaupten, daß die Seele aus einer Art gedankenloser Routine bewußtlos fortsetze, was ihr Wille ursprünglich begonnen, und daß auch den Pflanzen eine Seele inwohne. b) Da diese Lehre mit den Erfahrungen über das leibliche Leben und mit den Begriffen von Seelenthätigkeit nicht in Einklang zu bringen war, so kam man darauf, sie dahin zu beschränken, daß nicht die Seele selbst, sondern ihr Organ, das auch ohne Bewußtsein und Willen thätige Nervensystem das eigentlich Lebendige, und die Nervenkraft das Lebensprincip sei, wie dies die von Cullen, Unzer und Andern bearbeitete Nervenpathologie lehrte. Wir haben den Antheil der Thätigkeit des Nervensystems an dem Blutlaufe (§. 768—772), der Nutrition und Secretion (§. 847. 884. 891. g), der Einsaugung (§. 897. f. g), der Verdauung (§. 957), der Athmung (§. 968. B. 971. 978. a) und der Wärmeerzeugung (§. 999. 1000. A) betrachtet, und, abgesehen von den Fällen, wo das animale Leben durch Erregung von Bewegungen dem leiblichen Leben zu Hülfe kommt, erkannt, daß die Nerventhätigkeit überall nur consensuell oder antagonistisch auf die plastischen Hergänge einwirkt, sie aber nicht begründet. Es giebt Leben ohne Nervensystem. Dieses tritt nur hinzu als Ausdruck höherer Einheit, durch welche das Leben zu einem Innern, zu Selbstgefühl und Selbstbestimmung gesteigert wird. Es entsteht durch bildende Thätigkeit, entwickelt sich

durch sie, und bedarf derselben zu seiner Thätigkeit fortwährend (§. 743. c. d. 774. f. 978. b). So ist es denn ein Glied des Organismus, und als solches zu den übrigen Gliedern in Wechselbeziehung stehend: im Bildungsprocesse wurzelnd und für immer von ihm abhängig, übt es auch einen Einfluß auf ihn aus, indem es als Gegensatz zu den plastischen Organen diese zu Äußerung der ihnen eignen Kraft anregt, und als Ausdruck innerlicher Einheit ihre Thätigkeit so lenkt, daß sie mit dem Zustande des Gesammtlebens vollkommner übereinstimmt. Wir dürfen es ein Asyl des Nichtwissens nennen (§. 884), wenn man Erscheinungen des leiblichen Lebens in Ermangelung eines andern Erklärungsgrundes von einer Nerventhätigkeit ableitet; öfters wird hier eine bloße Voraussetzung als Beweisgrund angenommen, z. B. wenn es (Nr. 805. S. 123. 128) heißt: die Secretion in den Lungen und die Röthung des Bluts beim Athmen ist vom Lungenmagennerven unabhängig, — folglich muß sie vom sympathischen Nerven abhängen. c) Die Solidarpathologie, wie sie z. B. Kreyßig, Sprengel u. s. w. bearbeiteten, hatte einen weitern Gesichtskreis, indem sie den festen Theilen überhaupt lebendige Thätigkeit zuschrieb, und suchte, die chemische Erklärung des Lebens, namentlich die Humoralpathologie bekämpfend, die Abhängigkeit der Mischungsverhältnisse von der Thätigkeit der festen Gebilde darzuthun. Es war aber eine neue Einseitigkeit, daß sie die Säfte bloß als Producte ansah und ihren Antheil am Leben zu wenig beachtete, da doch feste und flüssige Theile im Organismus immer mit einander vereint, in steter Wechselwirkung und in fortwährendem Übergange in einander begriffen, und sich gegenseitig bedingend, und als gleich wesentliche Glieder zu betrachten sind. d) Hunter, Hufeland und Andre erkannten es daher an, daß auch den Säften, namentlich dem Blute, ein wesentlicher Antheil am Leben zukomme, und daß überhaupt der Grund des Lebens nicht in irgend einem Einzelnen, welches ja selbst aus ihm entspringe und darauf beruhe, sondern nur in der Gesammtheit zu suchen sei. Solch einiges Lebensprincip dachte man sich bald geistig, wie die anima vegetativa von Willis ꝛc.; bald personificirt, wie den Archäus von Paracelsus und Helmont; bald

mehr materiell, wie den Äther oder den Luftgeist der Pneumatiker; bald dem Grunde dynamischer Erscheinungen analog, wie ein eignes Imponderabile von Autenrieth; bald als Bildungskraft oder Lebenskraft überhaupt. Indessen war hiermit eben so wenig als mit der Annahme einer eigenthümlichen Materie (§. 990. g) für die Erkenntniß gewonnen; denn im Grunde war ja damit nur anerkannt, daß es zu den eigenthümlichen Erscheinungen des Lebens auch einen eigenthümlichen Grund geben müsse. Auf solche Weise verzichtete man auf jede Einsicht in das Wesen des Lebens, indem man dieses aus einem Höhern abzuleiten verschmähte. Und wenn man von jenem übrigens unbekannten Grunde aussagte, er wirke den Kräften der unorganischen Welt entgegen, ordne die Gesetze der Natur seinen Zwecken unter, hemme und leite ihre Wirksamkeit, so setzte man einen Zwiespalt in das Dasein. Es blieb unbegreiflich, wie das Leben in die Welt gekommen wäre, wenn es ihr durchaus fremd wäre und nicht auf gleichen Kräften beruhte; wie es sich in ihr behaupten könne, wenn es von ihren Gesetzen eximirt wäre; wie es überhaupt zwei ganz verschiedne Gesetzmäßigkeiten des Daseins geben könne.

§. 1006. Das Leben als eine Art des Daseins muß auf einem universellen Principe, auf dem alleinigen Grunde des Daseins überhaupt beruhen. Unser Bewußtsein beginnt mit einem Gegensatze: mit der Unterscheidung des Ich und Nicht-Ich. Wie nun das Bewußtsein unser eigentlichstes und wahrhaftestes Wissen ist, welches jedem andern zur Grundlage dient, so erkennen wir auch, daß derselbe Gegensatz von Geist und Körper, von Innrem und Äußrem, von Kraft und Materie, von Thätigkeit und Verharren

A. sich überall wiederholt. A) Bei dieser Thatsache bleibt nun der Dualismus stehen. Er nimmt den Gegensatz für wirklich, weil im Bewußtsein enthalten das Ich als unmittelbare Gewißheit gegeben ist, und das Nicht-Ich, da es sich ihm entgegenstellt und einwirkt, auch kein bloßer Schein sein kann. Allein so lange das Bewußtsein bloß ein Unterscheiden des eignen und fremden Daseins ist, bezieht es sich bloß auf die Erscheinung: dem innern Sinne wird unser Ich als ein Besondres, wie dem äußern

Sinne ein besondres Fremdes offenbar. Der Dualismus ist also das oberste Princip für alles Empirische, Erscheinende; aber wir verlangen Erkenntniß des Ursprünglichen an den sinnlichen Thatsachen. Unsre Vernunft bleibt beim Dualismus unbefriedigt; denn während ihr ganzes Streben darauf gerichtet ist, im Hintergrunde der Mannichfaltigkeit die Einheit zu erblicken, verharrt der Dualismus bei der Wahrnehmung des Oberflächlichen, Mannichfaltigen. Der Gegensatz kann nicht das Höchste sein, denn er drückt eben bloß verschiedne Arten des Daseins aus, welche ein allgemeines Sein voraussetzen. Im Gegensatze liegt der Begriff der Beschränktheit, der Gränzen für ein Einzelnes, jenseits welcher ein Andres liegt; wir suchen aber die Grundursache, die nicht selbst wieder beschränkt sein kann. Wäre endlich der Gegensatz ein ursprünglicher und absoluter, so könnten seine Glieder nichts mit einander gemein haben; durch eine unübersteigliche Kluft von einander getrennt, vermöchten sie sich nicht zu berühren und auf einander einzuwirken. B) Das Uranfängliche müssen wir also über dem Gegensatze, in der Einheit suchen; und zwar ist dies nur möglich entweder im Materiellen, oder im Ideellen, oder in der Identität beider. a) Der Materialismus legt dem Körperlichen allein Wirklichkeit bei, und findet den Grund aller Naturerscheinungen in den ursprünglichen Eigenschaften der Materie. Indem er aber das Dasein der Materie allein für gewiß, und nichts als die Erkenntniß derselben für sicher hält, giebt er sich schon einer Täuschung preis. Denn das ursprünglich Gewisse für uns liegt im Selbstbewußtsein: es ist das unmittelbar sich kund gebende Ich, welchem die Eigenschaften der Materie abgehen. Die äußre Wahrnehmung ist nichts Andres als das Gewahrwerden einer ohne unser Zuthun entstandenen Veränderung in unsrem Ich; das Beharrliche, Äußre, welches diese Veränderung hervorbringt, oder die Materie liegt unsrem Ich fern: unmittelbar erkennen wir sie nicht selbst, sondern nur die Wirkung, die sie auf uns ausübt; wir lernen bei der Sinnenerkenntniß bloß durch eine Thätigkeit (die Empfindung) nichts als eine Thätigkeit (Ausdehnung, Undurchdringlichkeit u. s. w.) kennen; diese ist also der eigentliche Gegenstand unsrer Wahrnehmung, und die Materie

B.

a.

selbst erreichen wir nur in Voraussetzungen oder in Schlüssen. Dadurch ist es denn schon ausgesprochen, daß alle Materie eine Kraft, einen innern Grund der Thätigkeit voraussetzt. Raumerfüllung, als das allgemeinste Prädicat der Materie, ist selbst schon Thätigkeit; denn nur als Thätiges kann jeder Theil der Materie sich ausdehnen, und nur durch Widerstand gegen andre Theile kann er im Raume sich behaupten. Daher kann denn der Materialismus bloß das Nächste, das Vonstattengehen der Erscheinungen erklären, aber nicht den eigentlichen Grund davon einsehen. Die Anerkennung dieses Grundes kann er jedoch nur verzögern und hinausschieben; denn wenn er auch eine Zeit lang mit den Fictionen von Moleculen, Atomen und imponderabeln Stoffen sich unterhält, so muß er am Ende doch eingestehen, daß die Wirksamkeit der Materie in bestimmten Kräften begründet
b. ist. b) Der Idealismus spricht der Materie ihre Wirklichkeit ab, und erklärt sie bloß für eine Schranke unsres Ichs. Allein solche Schranke kann nicht durch das Ich selbst gesetzt sein; denn der Charakter desselben ist Bewußtsein und Freiheit; die Vorstellungen von den Außendingen aber werden nicht durch eigenmächtigen Willen in unsrem Innern erzeugt, sondern durch Eindrücke, die sich uns aufdringen, erregt. Ist nun diese Schranke nothwendig gegeben, so muß ihr selbst auch Wirklichkeit zukommen; denn das Ich, als wahrhaft daseiend, kann nicht gehemmt und bestimmt werden durch ein Nichts, sondern nur durch ein andres wirklich
c. Daseiendes. c) Die Identitätslehre schreibt dem Materiellen wie dem Ideellen ein bloß relatives Dasein zu, und findet das Absolute in dem, was höher als Beides ist und uns durch Vernunftanschauung offenbar wird. Allein die Vernunft erreicht zwar, was dem Verstande unzugänglich ist; Beide sind jedoch nicht schlechthin verschieden, sondern nur die verschiednen Potenzirungen desselben Geistes: was jene durch eigne Kraft erkennt, darf diesem nicht widerstreben, und was mit seinen Begriffen unvereinbar ist, kann unmöglich aus wahrer Anschauung stammen. Nun vermag aber der Verstand nicht sich etwas zu denken, was weder ideell, noch materiell, und doch die Wurzel von Beiden wäre. Daher sind denn auch die Versuche, jene Lehre dem Ver-

stande näher zu rücken, vergeblich. Erklärt man z. B. das Absolute für das Band oder die lebendige Copula von Ideellem und Materiellem, so steht dem entgegen, daß die Copula von zwei Wesenheiten nicht beide vollständig in sich begreifen, sondern nur einzelne Seiten und Berührungspuncte als das Gemeinsame Beider darstellen kann. Und wenn das Absolute als die Indifferenz bezeichnet wird, so ist mit dieser bloß die Möglichkeit sich in einen Gegensatz zu entfalten, aber nicht der volle Grund dieser Thätigkeit selbst ausgedrückt.

§. 1007. Die Identität kann aber auch der Art sein, daß das Absolute nicht die Indifferenz von Beiden, sondern die Unendlichkeit des Einen ist, daß nämlich das Ideelle das Uranfängliche, All-Einige, auf sich beruhende, wahrhafte Sein, das Materielle hingegen nichts als das zur Erscheinung gewordene Ideelle ist. Diese Ansicht, welche die Unitätslehre genannt werden kann, bildet sich in folgender Gedankenreihe, die das im Zusammenhange darstellt, was wir bei Betrachtung verschiedner Lebenserscheinungen in einzelnen Beziehungen bereits ausgesprochen haben. a) Von unsrem Geiste ist das Streben nach einer über die sinnliche Wahrnehmung hinausgehenden Erkenntniß unzertrennlich, d. h. das Streben, das, was den Dingen vorausgeht oder doch als früher gedacht werden kann, was sie erzeugt und bedingt, ihren Ursprung, ihre Ursache, zu kennen. Nun giebt es nichts, was in seiner Art durchaus einzig wäre, sondern zu jedem Einzelnen findet sich ein Ähnliches, und beide sprossen aus einem gemeinsamen Boden, haben ihre Ursache mit einander gemein; auch setzt das, was eine Reihe von Erscheinungen zunächst begründet, selbst wieder einen Grund voraus, der einen weitern Kreis von Wirkungen umfaßt. So ist denn all unser Nachdenken über das Wesen und den ursachlichen Zusammenhang der Dinge ein Emporstreben vom Niedern zum Höhern, ein Bemühen durch die Einzelheit der Erscheinungen durchzuschauen, um die ihnen gemeinsame Wurzel zu erreichen; unsre Einsicht besteht eben darin, daß wir das Besondre aus einem Allgemeinen, das Beschränkte aus einem Umfassendern abzuleiten verstehen. Mit solchem Fortschreiten vom Niedern zum Höhern kommen wir aber

in der Erfahrungswelt nicht zum Ziele: statt eines wirklichen Endpunctes in der aufsteigenden Reihe der Ursachen finden wir überall nur eine Verkettung und gegenseitige Abhängigkeit, jedes Glied an Bedingungen, die außer ihm liegen, geknüpft. Da es gleichwohl unmöglich ist, Bedingtes ohne ein Bedingendes, Wirkungen ohne Ursachen zu denken, so müssen wir, um nicht mit uns selbst in Widerspruch zu kommen, ein Übersinnliches als die letzte und höchste Ursache der gesammten Erscheinungswelt, als das Ursein, von welchem jedes besondre Dasein stammt, anerkennen. b) Dieses Ursein muß ein Einiges, ja das All-Einige sein: denn wäre noch etwas außer ihm, so wäre es noch abhängig, und nicht das Ende in der Stufenleiter der Gründe. Als All-Einiges ist es frei von allen Gränzen, ewig und unendlich. Als der höchste Grund, als der Anfang alles Ursachlichen muß es nur auf sich beruhen, in sich durchaus begründet, mithin ein wahrhaft Innerliches, sich selbst Offenbares und schlechthin Freies sein. Als Grund alles Besondern muß es endlich das Sein überhaupt und an sich, mithin von jeder Quantität und Qualität frei sein, denn dies sind nur Begränzungen und bestimmte Arten des Seins in Vergleich mit andern. c) Jegliches Dasein muß, da es aus dem Ursein stammt, demselben auch entsprechen, jedoch so, daß es ihm näher oder ferner steht und seine Merkmale mehr oder weniger in sich trägt, da es als Besondres, neben Andrem Bestehendes beschränkt, mit bestimmten Eigenschaften in bestimmtem Grade ausgestattet ist. Nun kennen wir unmittelbar und wahrhaft nur ein einziges Dasein: das unsres Ichs. Wenn also im Erzeugnisse das Erzeugende, in der besondern Wirkung die allgemeine Ursache sich ausprägt, so müssen die Prädicate, welche unsrem Ich auf bedingte Weise und innerhalb bestimmter Schranken eigen sind, dem Ursein unbedingt und unbeschränkt zukommen. Unser Ich erkennen wir nun wirklich als ein Innres, fremden Sinnen Unzugängliches, Einiges, Allgemeines und Selbstbestimmendes; der Kern unsres Wesens, die Vernunft, schafft Urgedanken, welche, gegen die übrigen Gedanken gehalten, als höchste Einheit und Allgemeinheit, als schrankenlos, unbegränzt, in sich allein beruhend sich verkündigen. Unser geistiges Dasein,

welches wir allein wahrhaft und mit unmittelbarer Gewißheit wissen, hat also beziehungsweise dieselben Prädicate, welche das Ursein schlechthin in sich trägt: folglich ist dieses selbst ein geistiges. Dem äußern Sinne offenbart das Geistige sich nicht selbst und unmittelbar, sondern nur in seinen Wirkungen; und so ist auch das Übersinnliche, welches den Grund alles Sinnlichen enthält, ein Geistiges. d) Die Prädicate setzen ein Wesen voraus, dem sie inhäriren. Das Ursein selbst kann nicht in einem Abstractum bestehen: es kann nicht Alleinigkeit, Unendlichkeit, Freiheit, sondern nur ein alleiniges, unendliches, freies Wesen sein: der Geist der Welt, Gott. e) Das Prädicat des Urwesens ist Freiheit, mithin Thätigkeit, Wirksamkeit, denn diese liegt schon im Begriffe einer freien Kraft. Wo nun ein Wirken ist, muß es auch ein daraus Hervorgegangenes, Gewirktes geben. Im Gewirkten hat das Wirken eine besondere Form angenommen: es ist in bestimmte Schranken getreten; es ist endlich geworden. So muß denn das Unendliche als Thätiges die Endlichkeit erzeugen. Und da es alleinig, nur sich selbst gleich ist, so muß auch dieses Hervortreten des Endlichen aus ihm von ihm unzertrennlich, also ewig sein; die Schöpfung ist demnach ohne Anfang und Ende, und die Welt kein ruhendes Erzeugniß, sondern ein ewiges Werden. Auch ist solches Hervortreten kein Abscheiden vom Unendlichen, vielmehr das Offenbarwerden desselben; denn das Unendliche kann nichts außer sich haben, und das Endliche sich nicht behaupten ohne vom Unendlichen getragen zu werden: die Welt ist die stetige Äußerung Gottes, und dieser ist nicht außer ihr, sondern verhält sich zu derselben wie Inneres zum Äußern, wie die Idee zur That, wie die Kraft zur Erscheinung. f) Die Schranken des Seins, durch welche die Wirklichkeit der Dinge gegeben wird, sind Zeit und Raum. Sie bezeichnen das Erscheinen des Seins als eines Getheilten, eines aus der ursprünglichen Einheit hervorgegangenen Mannichfaltigen, einer Mehrheit von Dingen, die nach einander folgen in der Zeit, also vergänglich sind, und die neben einander liegen im Raume, also begränzt sind. Mit der Mannichfaltigkeit ist nun dem Dasein auch eine bestimmte Richtung und Beschaffenheit gegeben: das Allgemeine ist zu einem Besondern geworden;

d.

e.

f.

was im Ursein lag, hat sich in eigenthümliche Formen aus ein=
g. ander gelegt. g) Die Kraft ist der in der Form der Zeit sich of=
fenbarende innere Grund bestimmter Wirkungen; die Einheit eines
Wesens, aus welcher die Mannichfaltigkeit seiner Erscheinungen
sich ergiebt; das Allgemeine, welches sich in einer Reihe von Merk=
malen ausspricht. Sie ist also in besonderer Beziehung und für
einen einzelnen Kreis, was der Weltgeist überhaupt und für das
Ganze ist: das Wesentliche, Ursachliche, Begründende. Die man=
nichfaltigen Kräfte in der Welt sind demnach die Erstgeburt des
Ideellen, das unmittelbare Hervortreten seiner Wirksamkeit in be=
sondern Richtungen, die von dem einigen Mittelpuncte zum Um=
kreise ausgehenden Strahlen. Die Kraft ist also die in der Zeit
wirkende Ursache; als Möglichkeit gedacht, giebt sie das Vermö=
gen; als Wirklichkeit erscheinend die Thätigkeit; als Nothwendig=
h. keit herrschend das Gesetz. h) In der Materie sind die Kräfte in
gegenseitiger Hemmung begriffen; indem sie in ununterbrochener
Stetigkeit einander beschränken, werden die Thätigkeiten latent;
der Fluß ihrer in der Zeit erfolgenden Äußerung wird zum Still=
stande gebracht, und es kommt zu einem bleibenden Dasein, wel=
i. ches als Äußerliches, Raumerfüllendes sich darstellt. i) Da Zeit
und Raum die nothwendigen Formen der Endlichkeit sind, so
kann nichts Endliches sein, was nicht eine bestimmte Zeit und
zugleich einen bestimmten Raum erfüllte. Kraft und Materie sind
also überall mit einander vereint: während die Materie auf Kräf=
ten, die durch einander gebunden sind, beruht, bedürfen die
Kräfte, um sich zu äußern, der Materie als eines Trägers.

§. 1008. Aus diesen Vordersätzen ergiebt sich nun der Cha=
rakter der Schöpfung, wie ihn der Verstand durch Zusammen=
A. fassen der sinnlichen Erfahrung erkennt. A) Die Welt ist der
Inbegriff alles Endlichen, und das Offenbarwerden des Unendli=
chen. Sie vereint demnach diesen Gegensatz in sich, so daß sie,
als Ganzes betrachtet, die Merkmale des Unendlichen in sich trägt,
in ihren Theilen aber überall endlich erscheint. Sie besteht aus
Dingen, deren Dasein in Zeit und Raum beschränkt ist; aber
dieser Einzelheiten ist eine Unendlichkeit: sie haben in ihrer Ge=
sammtheit weder Anfang noch Ende, sondern stellen eine unbe=

gränzte Raumerfüllung und eine ewige Zeiterfüllung dar; ein Angränzen des räumlichen Daseins an das Nichts, so wie ein Aufhören der Zeit ist undenkbar. B) Die Welt vereint Selbstständigkeit und Abhängigkeit. a) Das Einzelne trägt nicht das volle Sein in sich; es ist beschränkt, dadurch von andern Einzelheiten bestimmt und abhängig, die Wirkung von anderm Vorausgegangenen. Aber diese Abhängigkeit ist eine endlose, alle Einzelheiten umfassende: jede Wirkung wird wieder zur Ursache; an der durch Kräfte gegebenen Materie entwickeln sich wieder neue Kräfte, und so zieht sich durch alle Zeiten und Räume eine ununterbrochene Kette von Ursachen und Wirkungen, deren Uranfang nur in der unendlichen Idee liegt. b) Die Welt im Ganzen aber bestimmt sich selbst: es geschieht und ist nichts in ihr, wozu nicht der volle Grund in ihr selbst läge; denn sie ist eben nichts Geschiedenes vom Unendlichen, sondern dieses selbst als Offenbarwerdendes. Nichts kann erfolgen, außer durch Naturkräfte und nach Naturgesetzen. C) Die Welt begreift Einheit als Ausdruck des Alleinigen, und Mannichfaltigkeit als den Charakter des Endlichen in sich. c) Die Mannichfaltigkeit ist quantitativ und qualitativ: in den Einzelheiten ist sowohl eine numerische und graduelle Vielheit, als auch eine Verschiedenartigkeit des Daseins. Die Eigenthümlichkeit eines Daseins kann aber nur darin bestehen, daß das Ursein auf besondere Weise in ihm sich darstellt, oder ein einzelnes Moment desselben innerhalb bestimmter Schranken sich in ihm verwirklicht. Jede Besonderheit ist also das in einer einzelnen Richtung und auf einer gewissen Abstufung hervortretende Ursein, ein einzelner gebrochener Strahl desselben. In ihrer Gesammtheit aber bringen sie die ideelle Möglichkeit zu vollständiger Verwirklichung: indem sie alle mögliche Weisen des Daseins darstellen, drückt ihr Inbegriff das Sein überhaupt aus. d) Alle Qualität ist nur ein Relatives, und die Besonderheit gilt nur vergleichungsweise; die Natur ist nur eine, und ein allgemeines Dasein umfaßt alle Besonderheiten. Die Einzelheiten sind, da sie alle aus demselben Ursein stammen, einander verwandt, mit einander in Berührung und Wechselwirkung. Die ungleichartigsten Dinge zeigen uns Übereinstimmung in ihrem Wesentlichen: die Vernunft-

gesetze sind identisch mit den Gesetzen der materiellen Welt, und beide in ihrer Einheit sind erst die wahrhaften Naturgesetze.
e. e) So erscheinen denn die Dinge in der Welt auch unter einem gemeinsamen Gesichtspuncte, als begriffen auf einer Stufenleiter, je nachdem sie als mehr vereinzelte Richtungen des Urseins sich erweisen, oder mehr Inbegriffe solcher Richtungen sind, und am
f. allgemeinen Sein einen umfassendern Antheil haben. f) Die Natur schließt überall Kraft und Materie, Thätigkeit und Sein in sich; nun ist Thätigkeit und Sein, als Eines gedacht, Werden: mithin ist die Natur, da sie unendlich ist und sich selbst bestimmt, ein unendliches Werden durch sich selbst, eine nie ru-
D. hende, stetige Entwickelung. D) Die Einzelheiten wirken als solche der ihnen inwohnenden Besonderheit gemäß, so daß die daraus sich ergebenden Folgen den Schein blinder Zufälligkeit an sich tragen. Aber die Einzelheiten sind durch die Einheit des Gedankens verknüpft, und die Welt als Ganzes ist der Ausdruck des geistigen Urseins, von welchem sie ausgeht. Wenn wir irgendwo eine geistige Kraft außer uns zu erkennen im Stande sind, so müssen wir sie auch als das Bestimmende im Welt-
g. ganzen anerkennen. g) Sie zeigt sich hier in der Gesetzmäßigkeit. Die Welt bleibt bei aller Verschiedenheit der einzelnen Erscheinungen sich gleich in ihrem Gange und in den allgemeinen Normen ihres Wirkens: sie ist die Erfüllung ewiger Gesetze. Das Gesetz aber ist das Bleibende, Wandellose, Ideelle an dem Vergänglichen, Wandelbaren, Erscheinenden; das Herrschen des Gesetzes heißt nichts Anderes als: ein bleibender Gedanke waltet über dem
h. Besondern, und verwirklicht sich durch dasselbe. h) Der Gedanke des aus Einzelheiten bestehenden Ganzen ist der Grund der Welt. Das Allgemeine entfaltet sich nach allen Richtungen, und tritt in einer unendlichen Fülle mannichfaltigen Daseins und Wirkens hervor; das Einzelne entwickelt seine Kräfte, behauptet sein Dasein bis auf einen gewissen Punct, und weicht dann andern Ein-
i. zelheiten, damit das Ganze immer sich gleich bestehe. i) Die Welt hat eine solchen Zwecken gemäße Verfassung. Die Einzelheiten für sich tragen Verhältnisse an sich, vermöge deren sie zum Bestehen des Ganzen mitwirken; unter einander stehen sie in ei-

nem Einklange, durch welchen bei ungleicher Vertheilung der einzelnen Kräfte ein Gleichgewicht derselben im Ganzen gewonnen wird; und eben so sind die Gesammteinrichtungen von der Art, daß sie dem Dasein der Einzelheiten förderlich werden. k) Diese Ordnung und Harmonie führt uns nothwendig zu Anerkennung einer geistigen Urkraft alles Daseins, und da der unbefangene Verstand auf diesen Standpunct geführt wird, so bezeichnet auch der Sprachgebrauch mit dem Worte: Natur, nicht bloß die Welt als Summe aller Einzelheiten, sondern auch theils den gesetzmäßigen Gang als das Wesen derselben, theils die schaffende Kraft selbst als ein geistiges Ursein, welches in Zwecken und gesetzmäßiger Ordnung sich offenbart (§. 2. B). k.

§. 1009. a) Die Natur wiederholt sich in ihren Gliedern, indem sie mannichfaltige Einzelnheiten zu geschloßnen, in sich thätigen Gesammtheiten verknüpft. Diese sind dem Weltganzen nachgebildet; aber eben als Nachbilder in den Formen der Endlichkeit und innerhalb bestimmter Schranken, so daß jede solche Gesammtheit nicht schlechthin, sondern nur beziehungsweise und in Vergleich zum Einfachen ein Ganzes darstellt. Auch können diese Nachbilder einander nicht gleich sein, sondern jedes muß vermöge der unendlichen Mannichfaltigkeit in der Natur seine Eigenthümlichkeit haben, indem es in verschiedenem Maaße und auf besondere Weise das Gepräge des Weltganzen trägt. b) Ein solches Nachbild ist das Weltkörpersystem, zu welchem zunächst unsere Erde gehört. Wir erkennen hier eine Mannichfaltigkeit von Weltkörpern, deren jeder eine eigne Dichtigkeit, Größe, Stellung, Bewegung u. s. w. hat, die aber zu einem gegliederten Ganzen vereint sind; einer wirkt seiner Beschaffenheit gemäß durch Gravitation auf den andern, wird aber hinwiederum von diesem bestimmt, und bei solcher Wechselwirkung wird das Bestehen des Ganzen durch den Einklang der einzelnen und durch die Gesetzmäßigkeit und Zweckmäßigkeit ihrer Bahnen begründet; ihre Gesammtheit bewegt sich um einen Centralkörper als räumlichen Ausdruck der Einheit, aber dieser zeigt durch seine Bewegung, daß er selbst wieder einem höhern Ganzen untergeordnet ist. c) In diesem Systeme zeigt sich unser Planet gleich den übrigen als ein eignes a. b. c.

Glied, welches wieder ein Ganzes für sich ausmacht, daher vom Centralkörper nicht schlechthin bestimmt wird, sondern die Gravitation gegen ihn durch einen gewissen Grad von Selbstständigkeit beschränkt, und durch den Verein centripetaler und centrifugaler Thätigkeit in der Kreisbahn sich um ihn bewegt; er umfaßt Erde, Wasser und Luft, die in gegenseitigem Verkehr einander fortwährend zersetzen und wieder erzeugen, so daß das Ganze erhalten wird; in seiner Axendrehung, in seiner Bahn und in der Schiefe der Ekliptik zeigt sich der Zweck einer möglichst gleichförmigen Beziehung aller Püncte zum Centralkörper. d) In ihrer Einzelheit betrachtet, erscheinen die Theile des Planeten als schlechthin abhängig, als reine Materie, welche vermöge der Bindung der Kräfte nicht aus eignem Antriebe, sondern nur auf fremden Impuls Thätigkeit äußert. Ganz anders zeigt sich die Pflanze, das Thier und der Mensch: hier bietet sich unserer unmittelbaren Beobachtung und nähern Erkenntniß ein Ganzes dar, welches aus Theilen, die als Werkzeuge zu bestimmten Zwecken oder als Organe dienen, besteht, eine in ihren einzelnen Momenten übereinstimmende Einrichtung oder eine Organisation zeigt, und fortwährend selbsteigne Thätigkeit oder Leben äußert. In einem solchen Organismus finden wir nun dieselben Prädicate auf bedingte Weise, welche als unbedingt der Natur überhaupt zukommen. Bei dieser Übereinstimmung sind wir berechtigt, von dem Gegenstand unserer nächsten sinnlichen Beobachtung den Begriff auf das überzutragen, was wir nur in geistiger Anschauung erfaßt haben. Auf solche Weise erkennen wir denn das Weltganze als den unbedingten, Alles umfassenden und allein wahrhaften Organismus an, der durch sein unendliches Leben in immer engern Kreisen und in mannichfaltigen, seinem eignen Wesen immer mehr entsprechenden Schöpfungen sich abbildet. Dem Weltall kommt das unbedingte Leben zu: eine unendliche Entwickelung vielfältiger, besonderer und einander bestimmender Thätigkeiten, welche mit ihren ihnen entsprechenden Erzeugnissen selbst wieder in Wechselwirkung treten, und vermöge des allen gemeinschaftlichen ideellen Ursprungs ein sich selbst bestimmendes Ganzes darstellen. Es lebt, weil es die Offenbarung der unendlichen Idee ist, und so wirkt es auch

unablässig auf Belebung und Organisirung einzelner Kreise hin. Indem aber der Urgedanke der Welt in deren Gliedern sich spiegelt, wird er das Lebendigmachende der organischen Wesen, und so schließt der Makrokosmus die ihm entsprechenden Mikrokosmen in sich. Das Princip des Lebens oder die Lebenskraft der organischen Wesen ist demnach der in einzelnen Kreisen und in bestimmten Schranken sich verwirklichende Urgedanke (§. 229. 319. 322. 476. a). Hieraus müssen sich denn die Merkmale des Lebens (§. 1010—1013) ergeben, wie sie namentlich auf seinen höhern Entwickelungsstufen sich zeigen.

§. 1010. Das individuelle Leben vereint gleich dem universellen (§. 1008. D) Ideelles und Materielles in sich. a) Die Materie eines organischen Körpers hat keinen Bestand: in einem steten Flusse begriffen, wird sie fortwährend aus fremdem Stoffe erzeugt und wieder zerstört (§. 473. k. 910. C). Das Bleibende dagegen ist der Typus, d. h. der Ausdruck eines bestimmten Begriffs durch eine gewisse Proportion der Bestandtheile in den Mischungen, Formen und Thätigkeiten. Wie die Zeugung (§. 321. 476), die Wiedererzeugung und überhaupt jede Äußerung der Heilkraft der Natur (§. 890. B), so ist das ganze Leben eine ununterbrochene Verwirklichung des Typus (§. 892). Während die Producte der Bildung nicht zum Bestehen kommen, ist der Gedanke das fortdauernd Bestimmende des Bildens: er giebt und unterhält, durchdringt und belebt alle Einzelheiten (§. 474. d. 475. d. 894. a). b) Im Organismus deutet Alles auf bestimmte Zwecke hin: jedes besondere Gemisch hat seine Beziehung zum Ganzen, die besondere Form dient als Mittel zu einer bestimmten Thätigkeit, und diese findet wieder ihre Bestimmung im Gesammtleben. Die Thätigkeiten sind Functionen, d. h. bestimmte Richtungen und Verknüpfungen der Kraftäußerungen zu Erreichung gewisser Absichten. Die Theile sind Organe, d. h. Mittel zu bestimmten Zwecken, durch den Begriff des Organismus gegeben. Je nachdem dieser Begriff in den einzelnen organischen Wesen modificirt ist, artet sich auch die Organisation verschieden; und so ist es denn eines der wichtigsten Resultate der Zootomie, daß bei aller Verschiedenheit der Gestaltung, und auch ohne be-

sondere Organe das Leben besteht und seine Functionen vollzieht: so geht bei niedern Organismen die Verdauung (§. 917. c), die Athmung (§. 965. a), die Verbreitung des Lebenssaftes (§. 692. a) und die Zeugung (§. 21 fgg.) ohne besondere Organe vor sich.

c. c) Während im Unorganischen die Gegenwart die einfache Folge der Vergangenheit ohne weitere Beziehungen ist, wirkt sie im Leben immer auf eine bestimmte Zukunft hin. Dies zeigt sich nicht allein bei der ursprünglichen Bildung des Organismus (§. 474. f), sondern auch im übrigen Verlaufe des Lebens (§. 892. a); durch die Nahrung soll der Verlust, den das Blut erlitten hat, ersetzt werden; aber der Magen fordert sie schon zu einer Zeit, wo die Blutmenge noch nicht vermindert ist; und während der Magenverdauung wird schon mehr Sauerstoff beim Athmen eingesogen (§. 979. d), sei es nun zum Ersatze der zur Bildung des Magensaftes verwendeten Säure, oder zur weitern Entwickelung des sich später bildenden Chylus.

d. d) Die Unendlichkeit der geistigen Kraft aber, deren Widerschein das Lebensprincip ist, zeigt sich besonders darin, daß Thätigkeit und Sein, Ursache und Wirkung, Zweck und Mittel, Absicht und Folge nicht eine einfache Reihe bilden, sondern gegenseitig in einander übergehen. Was durch die lebendige Thätigkeit geschaffen wird, ist selbst wieder lebendig und bedingt die Fortdauer der Thätigkeit; das Gebilde begründet ein ferneres Bilden (§. 894. c), und das Leben wird durch Leben erhalten. Alles ist gegenseitig Zweck und Mittel: wirkt z. B. das Athmen durch Bildung von arteriösem Blute für die dessen bedürfende Hirnthätigkeit (§. 978. b), so dient ihm hinwiederum diese durch Anregung der dazu nöthigen Bewegungen (§. 978. a). So ist auch Alles im Leben wahrhaft nothwendig, d. h. als Folge der gegebenen Verhältnisse unausbleiblich, und zugleich in Beziehung auf seine Wirkungen unentbehrlich.

e. e) Der Begriff des Organismus verwirklicht sich durch Vereinigung und Lenkung der allgemeinen Weltkräfte (§. 315. 476. c). Im organischen Körper sind alle Cohäsionsstufen (§. 829. a), alle Arten von Elementarstoffen (§. 685. B), alle der Materie inhärirende Kräfte (§. 989) und alle dynamischen Erscheinungen (§. 991) vereint, wie nirgends in den unorganischen Körpern, so daß er als Mikrokosmus

Alles in sich concentrirt, was der Planet in sich faßt. Das Lebensprincip kann nicht unmittelbar sich äußern, sondern als Ausdruck der allgemeinen Naturkraft nur vermittelst der allgemeinen Elemente, so daß es aus diesen die ihm entsprechende Organisation schafft. Es setzt die zum Bildungsprocesse erforderlichen Gestaltungsverhältnisse, z. B. die Trennung der Massen zum Behufe der chemischen Wirksamkeit, die Zerkleinerung der Nahrungsmittel für die Chylusbildung, die Vertheilung der Luft in enge Canäle für die Athmung, die Scheidung der Blutmasse in schmale Strömchen für Nutrition und Secretion. Es bedient sich der chemischen Kräfte, führt aber den chemischen Proceß nicht bis zur Indifferenz durch, sondern erhält die Gegensetzung der Stoffe immer wach und in gegenseitiger Spannung. Erst beim Sinken der Lebenskraft wirken die Weltkräfte mehr in ihrer Einzelnheit, so daß die Säfte dem Gesetze der Schwere folgen, und durch das Streben der Stoffe nach dem chemischen Gleichgewichte die organische Mischung zur Zersetzung neigt.

§. 1011. Das organische Wesen begreift nicht minder als der Weltorganismus (§. 1003. C) Einheit und Mannichfaltigkeit (§. 475. e). a) Es ist ein wesentlicher Charakter eines organischen Körpers, daß er ungleichartige Elementarstoffe und Elementarformen, Festes und Flüssiges in sich vereint. In Gestalt, Gewebe, Mischung, Zusammenhang und Anlagerung verschiedene Gebilde treten hier neben einander auf; und das Streben nach Besonderbildung geht bis in die Einzelheiten, so daß auch in demselben Systeme nie ganz dasselbe sich wiederholt, sondern die Mischung wie die Form in jedem Puncte verschieden sich artet. Auf ähnliche Weise charakterisirt sich das Dasein des Organismus durch stete Mannichfaltigkeit in der Zeit, durch ununterbrochene Thätigkeit (§. 473. i. 475. f. 477. a): die Bildung dauert immer fort (§. 876), indem die bildende Thätigkeit durch das Gebildete weder befriedigt, noch erschöpft wird, sondern nach einer Unendlichkeit strebt. So giebt es höhere und niedere Organe und Functionen, je nachdem sie eine größere oder geringere Mannichfaltigkeit in sich schließen, mehr oder weniger eigenthümlich geartet sind, eine stärkere oder schwächere Lebendigkeit zeigen, und in einer nähern

a.

b. oder entferntern Beziehung zum Gesammtleben stehen. b) Das Leben ist eine Entwickelung von Gegensätzen (§. 474. 894. b), welche in steter Spannung gegen einander begriffen, in Wechselwirkung treten, und sich gegenseitig anregen, bedingen und beschränken. Dabei stehen die Einzelheiten in solchem Einklange (§. 475. a. 892. b. c. e—k. 955. c—e), daß eine in die andere sich fügt (z. B. in der äußern Form Lungen und Brustwand), und die verschiedenen zu einem gemeinschaftlichen Zwecke zusammenwirken (z. B. die mancherlei Verdauungssäfte, die einzelnen Theile des Verdauungsorgans und die verschiedenen Elementarge-
c. bilde im Gewebe jedes Punctes). c) Vermöge der Einheit, welche das Mannichfaltige verknüpft, wirkt ein Punct auf den andern, so daß die in jenem hervorgerufene Erregung auf diesen sich fortpflanzt, und auf solche Art in immer weitern Kreisen sich ausbreiten, und aus einer örtlichen Wirkung zu einer allgemeinen werden kann. Aber unabhängig von räumlicher Nähe stehen Organe und Functionen vermöge ihres polaren Verhältnisses in solcher Beziehung zu einander, daß die einander gegenüberstehenden Glieder entweder in die gleiche, consensuelle, oder entgegengesetzte, antagonistische Beziehung zu einander treten. Wiewohl aber solche Beziehungen bestimmten Gliedern des Organismus vorzugsweise eigen sind, so können sie doch überall eintreten, da am Ende Alles im Organismus polarisch sich verhält, d. h. im Allgemeinen mit dem Andern gleich, und im Besondern davon verschieden und eigenthümlich ist. Vermöge der herrschenden Einheit kann auch die Stelle des einen Organs in gewissem Grade durch ein anderes vertreten werden (§. 854 fgg.), d. h. der Organismus vermag eine in seinem Begriffe liegende Function auch dann zu vollziehen,
d. wenn das eigentlich dazu dienende Organ außer Stand ist. d) Das Leben ist nicht hier, nicht dort, sondern in der Gesammtheit der Functionen; es bedarf zu seinem Bestehen der mannichfaltigen Thätigkeiten, deren jede auf besondere Weise dazu beiträgt. Und wie auf solche Weise das Ganze durch die Einzelheiten besteht, so hat andererseits das Einzelne nur insoweit Bedeutung und Dasein, als es in lebendiger Verbindung mit dem Ganzen steht. Diese Gegenseitigkeit des Ganzen und seiner Einzelheiten spricht sich noch

darin aus, daß jede Art von organischen Körpern durch das gemeinsame Gepräge der verschiedenen Einzelheiten einen Gesammtcharakter an sich trägt, und jede Einzelheit hinwiederum theils in sich durch in ihr selbst enthaltene Gegensätze theils in ihrer Verbindung mit andern zu einer Gruppe, theils endlich in der Vereinigung des Gleichartigen zu einem organischen Systeme ein untergeordnetes Ganzes bildet. e) Alles Einzelne hat Antheil am Leben: wie nichts im Organismus selbstständig ist und aus eigner Kraft lebt, eben so wenig ist auch irgend etwas, das zum Organismus gehört, durchaus leblos. Aber vermöge der durchgreifenden Mannichfaltigkeit findet auch in Hinsicht auf Innigkeit der Beziehung zum Ganzen eine Verschiedenheit unter den einzelnen Gliedern Statt. Es giebt höhere, wesentlichere Glieder, worin der Gesammtbegriff vollkommener sich offenbart: Mittelpuncte des Lebens, in welchen die Wechselwirkung der Einzelheiten, das Zusammenstimmen zum Ganzen, die Beziehung zur Einheit des Lebens höher gesteigert ist; und niedere, mehr untergeordnete, in welchen die Einzelheit überwiegt und das Lebendige an das leblose Dasein angränzt. f) Indem der Organismus durch Individualität sich charakterisirt (§. 475. b), bildet er ein geschloßnes Ganzes, und scheidet sich von der übrigen Welt durch feste Gränzen streng ab, um sich in seiner Eigenthümlichkeit zu behaupten. Darauf beruht denn die Abgeschlossenheit des Systems der Blutgefäße (§. 700 fg.) und der Lymphgefäße (§. 904), und so ist denn auch die Aufnahme durch Penetrabilität (§. 833) dem Organismus wesentlich und in seinem Gesammtcharakter gegründet.

e.

f.

§. 1012. Die Selbstbestimmung, welche dem Weltganzen unbedingt zukommt, insofern das Ursein sich darin bethätigt, erscheint im individuellen Organismus innerhalb der Schranken der Endlichkeit, und mildert die Abhängigkeit vom Äußern, welche den Einzelheiten der Welt eigen ist (§. 1008. B). a) Alles Geschaffene ist abhängig, und seine Kraft äußert sich nur unter der Bedingung, daß sie durch eine andere ihr entgegengesetzte Kraft angeregt wird. So bedarf denn auch das organische Geschöpf zu seiner Lebensthätigkeit solcher Einwirkungen; aber es schließt selbst Gegensätze in sich, welche einander gegenseitig zur Thätigkeit

a.

veranlassen, und so liegen die Bedingungen seines Daseins und Wirkens nicht, wie beim Unorganischen, ausschließlich in der Außenwelt, sondern zum Theil auch in ihm selbst. Wenn demnach Erregbarkeit im weitesten Sinne des Worts, oder das Vermögen unter dem Einflusse einer fremden Kraft die eigne Kraft zu äußern, allen Dingen zukommt, so unterscheidet sie sich bei den organischen Wesen sowohl durch die Natur des Erregenden, als auch durch die Beschaffenheit der Erregung. Wir nennen das Lebensprincip Erregbarkeit, um dadurch die Modalität seiner Äußerung auszudrücken; wir verstehen darunter das Vermögen unter der Bedingung von Einwirkungen diejenigen Thätigkeiten zu äußern, welche im Begriffe des Lebens gegründet sind. Der Organismus hat demnach die allgemeinen Factoren der Erregbarkeit, aber in eigenthümlicher Weise. Die Fähigkeit nämlich, durch Einwirkungen afficirt zu werden, hat bei ihm (als Reizbarkeit) außer einem höhern Grade von Regsamkeit und einem ausgebreitetern Kreis von Berührungspuncten auch die eigenthümliche Richtung nach innen, so daß sie zur Empfänglichkeit für die Einwirkung der eignen organischen Thätigkeit wird, der Organismus mithin vermöge der Gegensätze, die er in sich schließt, einen Impuls zur Thätigkeit in sich selbst findet, also, vom Äußern minder abhängig, zu einem ununterbrochenen Thätigsein geschickt ist. Und das Wirkungsvermögen oder das Vermögen, seiner innern Natur gemäß dem empfangenen Eindrucke entgegenzuwirken, ist durch Entwickelung seiner ursprünglichen Bedeutung dahin gesteigert, daß der Organismus seine Natur gegen das andringende Fremde behauptet, dieses dagegen bestimmt und umwandelt. b) Er übt in der Aneignung (§. 881. f) eine Herrschaft über den äußern Stoff aus, welcher einer Umwandlung überhaupt und in organische Materie insbesondere fähig ist. Solche fremde Materie wird dabei sich selbst entfremdet und zersetzt, um dann auf eine dem Charakter des Organismus entsprechende Weise metamorphosirt demselben einverleibt zu werden (§. 956. g). Und dieser Hergang setzt sich im Innern fort, so daß das eine Gebilde das andere sich verähnlicht, in seine Natur umwandelt und sich aneignet: so wirkt das Blut auf Lymphe (§. 909. d. 916. f) und Chylus (§. 962. c), das feste

Gebilde auf das Blut (§. 881. B), die eiternde Fläche auf das feste Gebilde (§. 855. w). Während die an den unorganischen Stoffwechsel angränzenden Hergänge des Bildens mehr an die äußern Gränzflächen verwiesen sind (§. 894. d), übt der Organismus die ihm eigenthümliche Kraft vornehmlich in seinem Innern aus. Der eigentliche Bildungsproceß geht nur in Interstitien, Canälen, Schläuchen und Säcken, kurz in Höhlen mit einander gegenüber liegenden Wandungen vor sich; um von der organischen Substanz überwältigt zu werden, muß die anzueignende Materie von derselben eingeschlossen sein (§. 956. g); je tiefer die Höhle liegt und je enger sie ist, um so bedeutender ist die in ihr vor sich gehende Umwandlung (§. 883. a), wie denn gerade in den engen Wurzelanfängen der Lymphgefäße am Dünndarme als dem innersten Theile des Verdauungscanals die Chylusbildung ihren Hauptsitz hat. Die Aneignungskraft findet aber ihre Gränzen an der unzersetzbaren oder der Umwandlung in organische Substanz unfähigen Materie; ja der Organismus kann selbst einer Aneignung unterliegen, entweder vermöge seiner zu hohen Empfänglichkeit und unzureichenden Selbstthätigkeit, wie denn z. B. auch das einzelne welkende Gebilde dem Blute wieder angeeignet wird (§. 914. e), oder vermöge der Übermacht des Fremden; so kann ein ätzendes Gift oder ein Ansteckungsstoff eine aneignende Kraft auf den Organismus ausüben. c) Dieser bleibt aber im Normalzustande bei allem Wechsel der äußern Verhältnisse sich gleich, indem er die äußern Stoffe nur als Material zur Selbstbestimmung seiner Bildung oder zur Selbsterhaltung benutzt (§. 475. b. 894. d. 955 G), und durch Entwickelung von innen heraus seinen Leib schafft (§. 473. d. 645. A). d) Die Selbsterhaltung wird durch einen unaufhörlichen äußern und innern Stoffwechsel bewirkt, durch einen chemischen Verkehr und Austausch der Stoffe sowohl zwischen dem Organismus und der Außenwelt, in gleichzeitiger und wechselnder Ingestion und Egestion sich darstellend, als auch unter den verschiedenen Gebilden. Das Blut, als der zu seiner vollen Entwickelung gediehene Bildungssaft, giebt den Mittelpunct des Stoffwechsels ab. Seine Erzeugung, Entwickelung, Ausbildung, Umwandlung, Zersetzung, Vernichtung

c.

d.

und Wiedergeburt macht den ganzen Inhalt der leiblichen Lebensthätigkeit aus; und indem diese stetige Reihenfolge von Veränderungen durch das Lebensprincip, als die in der Individualität sich aussprechende Idee des Organismus, bestimmt wird, so umfaßt das Individuum diese verschiedenen Bildungsstufen, und schließt gleichzeitig alle Lebensalter der organischen Materie in sich. Der Kreislauf des Bluts ist der räumliche Ausdruck des Auseinanderweichens in Mannichfaltigkeit und der Aufnahme in Einheit, so wie in der fortwährenden Expansion und Contraction des Herzens die dabei nie ruhende lebendige Bewegung sich offenbart.

e. e) Die Bildung ruft das Besondere ins Dasein, welches bei der Zersetzung wieder ins Allgemeine aufgenommen wird: die besondern festen Gebilde kehren durch Verflüssigung in die Allgemeinheit des Organismus, das Blut, so wie die abgesonderten Flüssigkeiten durch Egestion in die Allgemeinheit der Welt zurück. Zersetzung und neue Bildung sind aber für immer mit einander vereint, wie denn schon beim ersten Erwachen des Lebens selbst ganze Gebilde bald nach ihrem Entstehen wieder zerstört werden. Jede realisirte Form drückt ein vollendetes Endliches aus: die stete Formbildung deutet darauf hin, daß ein unendliches Streben zum Grunde liegt, welches innerhalb bestimmter Gränzen sich bethätigt. Mit dieser fortwährenden Bildung erneuert der Organismus unaufhörlich sein Dasein: er wiederholt seine Erzeugung. Wie die Regeneration eine Wiederholung der ersten Bildung ist (§. 888), die Ernährung ein Analogon zum Hergange der Zeugung darstellt (§. 955. m), und die Fortpflanzung selbst nur in einer besondern Richtung des Bildungsherganges besteht (§. 230. b), so erscheint uns das leibliche Leben überhaupt als die Wirkung der unendlichen Zeugungskraft, welche aus dem Elementaren individuelle Organismen hervorruft (§. 322) und das Geschaffene erhält (§. 323), indem sie durch Verähnlichung des Fremden Gleiches schafft.

§. 1013. Die Idee des Organismus, welche im Weltganzen liegt, realisirt sich in immer engern und engern Kreisen, so daß, was als ein Ganzes erscheint, zu einem höhern Ganzen wieder

a. als Theil sich verhält (§. 1008. A). a) Das Individuum ist ein organisches Glied seiner Gattung, wie das Organ das Glied

eines organischen Systems, und dieses das eines organischen Körpers ist. Wie in jedem Geschlechte der Charakter seiner Gattung auf eine ihm eigenthümliche Weise sich realisirt (§. 220), so geschieht dasselbe auf eine noch eigenthümlichere Weise in den Individuen, so daß vermöge der unerschöpflichen Mannichfaltigkeit in der Natur keines derselben dem andern durchaus gleich ist (§. 893. b), sondern den Charakter seiner Gattung (§. 893. a) in besonderer Artung darstellt. Als Glieder eines Ganzen treten die Individuen mit einander in Wechselwirkung, deren Beziehung auf die Gattung in materieller Weise zunächst bei der Fortpflanzung sich offenbart. Je reger und inniger die Wechselwirkung der Individuen im Dienste der Gattung ist, je mehr sie zu einem organischen Gliederbaue sich gestaltet, und je vollständiger in diesem das Wesen der Gattung sich verwirklicht, um so höher steigert sich hinwiederum das Leben der Individuen. b) In aufsteigender Reihe erweitern sich die Kreise immer mehr. Mehrere verschiedene Gattungen stimmen in dem gemeinsamen Begriffe einer Ordnung überein, beruhen auf demselben, und stellen nur nähere Bestimmungen desselben dar; eben so sind die Ordnungen nichts Anderes als Modificationen des einer bestimmten Classe wesentlichen Typus, und dieser ist seinerseits wieder nur eine besondere Form von dem allen organischen Wesen gemeinsamen Typus. Jedes organische Dasein hat also die Eigenschaften eines Organismus überhaupt in endlicher Weise: in besonderm Maaße und besonderer Art. In ersterer Hinsicht erkennen wir eine Stufenleiter nach Maaßgabe der Vollkommenheit, in welcher der allgemeine Begriff des Organismus verwirklicht ist. Auf einer niedern Bildungsstufe ist die Mannichfaltigkeit beschränkter; die vom organischen Dasein unzertrennlichen Thätigkeiten sind noch mit dem Gesammtleben verschmolzen, und dieses ist bloß gemeinartig; es entwickelt sich zu einer höhern Stufe, indem die einzelnen Thätigkeiten besondere Formen gewinnen, als eigne Functionen aus der Indifferenz hervortreten, sich bestimmt begränzen, und somit ihre Organe als Träger gewinnen; und immer weiter schreitet das Leben fort, je umfassender es wird, je mehr die Gegensätze in ihm sich vervielfachen und die ungleichartigen Glieder an Zahl zunehmen. Eben

b.

so steigert sich das Leben in gleichem Maaße, in welchem die Herrschaft der Einheit sich erhebt, also wie die Verbindung der Theile inniger, die Wechselwirkung derselben reger, ihr Zusammenwirken zum Ganzen bedeutender, ihre Abhängigkeit von demselben größer, das Ganze aber in höherem Grade abgeschlossen, individualisirt, selbstständig und von dem aller Bildung zum Grunde liegenden Ideellen durchdrungen wird. In dieser Stufenleiter der organischen Wesen spricht sich derselbe Gedanke aus, wie in der fortschreitenden Entwickelung des Individuums: dieselben Urbilder, welche den verschiedenen Lebensaltern zum Grunde liegen, werden auch durch die verschiedenen Formen des organischen Daseins verwirklicht (§. 477. d). Jede Art organischer Wesen bezeichnet einen bestimmten Punct in der Geschichte des Lebens der Erde, gilt uns als Repräsentant einer gewissen Periode derselben; und indem so die einzelnen Arten die Stufen darstellen, auf welchen die organische Schöpfung im Laufe der Zeiten sich fixirt hat, giebt uns die Gesammtheit derselben ein Bild von der successiven Entwickelung des Lebens auf Erden. Es ist aber keine einförmige Stufenleiter, sondern die Mannichfaltigkeit der organischen Wesen ist immer zugleich eine qualitative; die Bildung geht überall darauf aus, Specifisches zu schaffen, indem sie die gemeinsamen Elemente in eignen Proportionen vereint, so daß die Stufe, die jedes Wesen einnimmt, nicht durch seine sämmtlichen, gleichmäßig entwickelten Eigenschaften, sondern nur durch seinen Gesammtcharakter ausgedrückt wird. — Es giebt demnach ein einiges organisches Reich, dessen Glieder wechselseitig in einander greifen, und, als aus dem gemeinsamen Urquelle entsprungen, einander gegenseitig

c. stützen und fördern (§. 263. a. 366. 653. b. 936). c) Das organische Reich ist ein Erzeugniß des Planetenlebens, welches wieder als das Glied eines höhern Ganzen besteht. So stehen nun die organischen Wesen in einem nähern Verbande mit der Außenwelt als die unorganischen Körper, haben eine höhere und ausgebreitetere Empfänglichkeit für das Äußere, so daß sie von Allem, und von den leisern Eindrücken, namentlich der dynamischen Erscheinungen, stärker afficirt werden. Ihr Leben ist aber auch durch die innige Verknüpfung mit der Welt bedingt, und von

einer steten Wechselwirkung mit derselben in Ingestion und Egestion abhängig. Indem endlich die Außenwelt das gewährt, wessen das organische Wesen bedarf, und diesem die Kraft inwohnt, seinem Bedürfnisse zu genügen (§. 367. 594. c. 892. d. 894. e. 955. l. 976. A), erkennen wir eine ursprüngliche Harmonie des unser Leben in sich begreifenden organischen Daseins und der Welt, und als Grund derselben das unendliche Urwesen, welches als Leben und Liebe (§. 476. b) sich offenbart.

Schlußwort.

Als ich an die Bearbeitung des vorliegenden Werks ging, bedachte ich die Ungewißheit menschlicher Dinge, die Unmöglichkeit alle Hindernisse im voraus zu berechnen, welche sich der Ausführung eines weitläufigen Unternehmens entgegenstellen können, die Unsicherheit der Lebensdauer, der Gesundheit und der äußern Begünstigung, endlich selbst die Wandelbarkeit der Willensrichtungen. Und dies Alles erwägend, wollte ich mich für die Vollendung des Werks nicht verbürgen, sondern setzte nur jedem einzelnen von mir bearbeiteten Bande meinen Namen vor. Indem ich mich somit nur als einen Mitarbeiter bezeichnete, deutete ich die Hoffnung an, daß mein Unternehmen im Ganzen Billigung finden, und daß daher, falls ich es nicht durchzuführen vermöchte, ein Anderer in gleichem Sinne es fortsetzen würde.

Jenes Bedenken hat sich als gegründet erwiesen. Während ich meine Kräfte unausgesetzt dieser Arbeit zu widmen gedachte, ist sie vielfach, und selbst Jahre lang unterbrochen worden. So sind denn seit dem Erscheinen des ersten Bandes bereits funfzehn Jahre verflossen, und dem gegenwärtigen Bande, welcher die Lehre vom leiblichen Leben, als die zweite Abtheilung des ganzen Werks, beschließt, sollten noch drei andere, vom animalen Leben handelnd, und ein zehnter und letzter folgen, der die Geschichte des Lebens auf Erden überhaupt und des Menschengeschlechts insbesondere zum Gegenstande hätte.

Ich finde mich aber gegenwärtig auf einem Puncte, der mich an die Beendigung meiner ganzen Arbeit mahnt. Denn bei man=

cher Vorarbeit für die noch abzuhandelnden Theile der Physiologie bleibt doch noch so viel dafür zu thun übrig, daß ich die Gewißheit habe, es nicht zu Ende bringen zu können; und so ist es denn gerathener jetzt am Schlusse der Lehre vom leiblichen Leben die Feder niederzulegen. Hierbei darf ich hoffen, um so eher einen Nachfolger zu finden, da ein solcher das ganze Gebiet des animalen Lebens nun nach seinem eignen Plane bearbeiten kann, während er bei einer theilweisen Bearbeitung von meiner Seite sich in der freien Behandlung der Gegenstände beengt fühlen möchte.

Um den Standpunct für Beurtheilung meines Unternehmens fest zu stellen, hatte ich dasselbe in den literarischen Blättern angekündigt. Nachdem es hiermit beim Publicum eingeführt war, hielt ich es nicht für nöthig, mich noch in Vorreden über meine Tendenz und meine Leistung weiter auszusprechen, sondern gedachte nach beendigter Arbeit darüber Rechenschaft abzulegen. Dies jetzt zu thun, scheint mir, da ich nicht zum Schlusse des Werks gelangt bin, unpassend. Indeß dürfte eine allgemeine Erklärung der Art doch erforderlich sein, und so möge denn die erwähnte Ankündigung hier ihre Stelle finden.

„Die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Erster Band, „bearbeitet von Karl Friedrich Burdach, mit Beiträgen von „Karl Ernst von Baer und Heinrich Rathke, und mit „sechs Kupfertafeln."

„Vor fünf Jahren wurde eine neue Auflage meines Hand„buchs der Physiologie verlangt. Ich hatte indeß die Unreife dieser „jugendlichen Arbeit zu wohl erkannt, als daß ich hätte glauben „dürfen, durch einzelne Abänderungen, Zusätze und Berichtigun„gen ihre Mängel beseitigen zu können. Vielmehr stellte sich mir „die schon früher gefaßte Aufgabe immer fester, ein Werk für die „Physiologie auszuarbeiten, welches

„1) die Summe der bis jetzt bekannt gewordenen Thatsachen „möglichst vollständig in wissenschaftlicher Form, systemati„scher Ordnung und gehöriger Klarheit darlegt, und die Ein-

„zelnheiten, welche nicht zunächst liegen, weniger um zu er„schöpfen, als beispielsweise, und um das Ganze anschau„licher zu machen, oder die Darstellung einem Gemälde der „Natur näher zu bringen, anführt;

„2) welches keine Sphäre der Erscheinungen von der Betrach„tung ausschließt, vielmehr die ähnlichen, verwandten oder „übereinstimmenden Thätigkeiten im Unorganischen und Or„ganischen, im Pflanzlichen und Thierischen, im Körper„lichen und Physischen auffaßt, somit die Welterscheinungen „in ihrem Zusammenhange und die Natur in ihrem für „uns erkennbaren Umfange anschaut;

„3) welches endlich im Sinne der Forschung diese Thatsachen „verarbeitet, mit dem Einzelnen beginnt und zum Allge„meinen fortgeht, aus jedem Kreise bestimmter Erfahrungen „Folgerungen ableitet, diese in aufsteigender Reihe zu allge„meinen Sätzen erhebt, und mit einer umfassenden Theorie „schließt; welches also, von der sinnlichen Kenntniß ausge„hend, zur wissenschaftlichen Erkenntniß aufstrebt, nicht dog„matisch postulirt, vielmehr die mit Treue gesammelten That„sachen unbefangen beurtheilt, die Gründe jeder Ansicht klar „darlegt, und somit zu einer festen Überzeugung zu führen „geeignet ist.

„Indem ich so meine Bahn mir vorzeichnete, faßte ich zu„gleich die verschiedenen Bestimmungen meiner Arbeit ins Auge. „Ein Werk, nach den obigen Grundsätzen ausgearbeitet, entspricht „dem Geiste wie den Bedürfnissen unserer Zeit. Es wird

„1) dem Arzte in seiner praktischen Laufbahn sowohl, als auch „in seinem wissenschaftlichen Streben zum Leitsterne dienen: „denn es giebt, wie man immer mehr erkennt, keine Heil„kunst ohne physiologische Grundlage. Wie es hier einen „Begleiter durchs Leben abgiebt, so kann es auch dem aka„demischen Vortrage, der bei dem überreichen Schatze der „Erfahrungen nicht mit leidigem Dictiren die Zeit verderben, „sondern den Geist zu lebendiger Darstellung bringen will, „zum Grunde gelegt werden.

„2) Es kann dem Physiologen Richtungspuncte für seine For-

„schungen geben: denn wie die Monographie die Wissenschaft
„erweitert, so zieht das System sie zu einem überschaulichen
„Ganzen zusammen, macht ihre Lücken bemerklich, und deutet
„auf die noch anzustellenden Untersuchungen hin.

„3) Es kann dem Bearbeiter eines andern Zweigs der Natur=
„wissenschaft eine bequeme Übersicht der Lehre vom Leben dar=
„bieten: denn alle verschiedenen Zweige sind demselben Stamme
„entsprossen, und nimmer kann der einzelne für sich gründlich
„erkannt werden.

„4) Es kann endlich dem wissenschaftlich Gebildeten überhaupt
„willkommen sein: denn wer wissenschaftliche Einsicht in das
„Wesen und Wirken des Menschen, wer eine umfassende
„Ansicht seines Standpunctes erstrebt, kann sie ja doch einzig
„und allein in der Physiologie suchen.

„Der Plan, dessen Umriß ich hier gezeichnet habe, würde nur
„dann vollkommen ausgeführt werden können, wenn ein Verein
„von Naturforschern gemeinschaftlich daran arbeitete. In dieser
„Überzeugung gedachte ich denn auch anfänglich, meine Arbeit
„bloß als erste Grundlage zu geben, welche durch die Theilnahme
„anderer Naturforscher berichtigt, ergänzt und bereichert würde,
„und wollte mir nur das Geschäft des Redacteurs bei dem Ver=
„knüpfen des Einzelnen und Ordnen des Ganzen vorbehalten.
„Allein die Hindernisse waren zu groß, als daß ich dies Unter-
„nehmen in dem Umfange, welchen ich mir dachte, hätte aus-
„führen können. So schätze ich mich schon glücklich genug, für
„den zootomischen Abschnitt des ersten Bandes die Beihülfe der
„auf dem Titel genannten Forscher gewonnen, und vom Herrn
„Director Hausmann in Hannover die handschriftliche Copy Mitthei=
„lung seiner Preisschrift erhalten zu haben. Vielleicht gelingt es
„mir, in der Fortsetzung des Werks meinen Wunsch in größerem
„Umfange in Erfüllung gehen zu sehen. Der Titel jedes Bandes
„wird die Theilnahme der verschiedenen Naturforscher bezeichnen,
„welche mein Unternehmen unterstützen, und bei ihren einzelnen
„Beiträgen werden ihre Namen angegeben werden, wie dies im
„ersten Bande geschehen ist.

„Königsberg im Januar 1826."

Indem ich meine Bekenntnisse über diese Arbeit auf einen andern Ort verspare, erwähne ich hier nur eine Abweichung des vorliegenden Bandes von den frühern in der äußern Einrichtung. Da ich nämlich, um Raum zu sparen, von Anfang an die Zahl der Absätze möglichst beschränkt hatte, so war dadurch die Länge der Paragraphen zur Unförmlichkeit angewachsen, und das Lesen, besonders aber das Auffinden sehr erschwert worden. Erst bei der zweiten Auflage der ersten drei Bände sah ich ein, daß solcher Schwerfälligkeit durch Angabe der Paragraphenzahl über jeder Seite, so wie der Unterabtheilungen am Rande abgeholfen werden müsse; und ich habe nicht angestanden, diese Einrichtung in gegenwärtigem Bande trotz der Ungleichheit gegen die frühern anzubringen. Eben so ist hier einer andern Unbequemlichkeit abgeholfen worden, welche darin bestand, daß man, um die Titel der angeführten Schriften zu finden, auch die frühern Bände bei der Hand haben mußte.

Königsberg den 28. December 1839.

Karl Friedrich Burdach.

Verzeichniß

der im sechsten Bande angeführten Schriften.

Nr. 23. Die Zeugung, von Oken. Bamberg 1805. 8.

Nr. 95. Elementa physiologiae corporis humani, auctore Alberto ab Haller. Lausann. 1757—66. VIII Vol. 4.

Nr. 96. Zoonomie, oder Gesetze des organischen Lebens, von Erasm. Darwin. A. d. Engl. v. J. D. Brandis. Hannover 1794—99. V Bde. 8.

Nr. 97. Handbuch der empirischen menschlichen Physiologie, von Jo. Hnr. Ferd. Autenrieth. Tübingen 1801—2. III Bde. 8.

Nr. 98. Cours complet de physiologie, par J. C. M. Grimaud. Paris 1818. II Vol. 8.

Nr. 99. Physiologie des Menschen mit durchgängiger Rücksicht auf die comparative Physiologie der Thiere. Von Ph. Hnr. Walther. Landshut 1807—8. II Bde. 8.

Nr. 100. Biologie oder Philosophie der lebenden Natur, von Gfr. Rnh. Treviranus. Göttingen 1802—22. VI Bde. 8.

Nr. 102. Karl Asm. Rudolphi Grundriß der Physiologie. Berlin 1821—28. II Bde. 8.

Nr. 103. Allgemeine Anatomie, angewandt auf Physiologie und Arzneiwissenschaft, von Xav. Bichat. A. d. Frz. von C. G. Pfaff. Leipzig 1802—3. IV Bde. 8.

Nr. 107. Ant. Jul. Testa Bemerkungen über die periodischen Veränderungen im gesunden und krankhaften Zustande des menschlichen Körpers. A. d. Lat. Leipzig 1790. 8.

Nr. 114. System der vergleichenden Anatomie von J. F. Meckel. Halle 1821—31. V Bde. 8.

Nr. 115. Gemeinnützige Naturgeschichte Deutschlands von J. M. Bechstein. 2. Aufl. Leipzig 1801—9. IV Bde. 8.

Nr. 119. Bemerkungen über den innern Bau der Pricke, von Hnr. Rathke. Danzig 1823. 4.

Nr. 125. Handbuch der Naturgeschichte der skeletlosen ungegliederten Thiere, von Aug. Fr. Schweigger. Leipzig 1820. 8.

Nr. 130. Anatomie der Röhren-Holothurie, des pomeranzfarbenen Seesterns und des Steinseeigels. Von Tiedemann. Landshut 1817. Fol.

Nr. 131. Entozoorum sive vermium intestinalium historia naturalis, auctore Car. Asm. Rudolphi. Amstel. 1808. II Vol. 8.

Nr. 134. Observationes anatomicas de distomate hepatico et lanceolato scripsit Ed. Mehlis. Gotting. 1825. Fol.

Nr. 136. A. Trembley's Abhandlungen zur Geschichte einer Polypenart des süßen Wassers. Übers. v. J. A. E. Göze. Quedlinburg 1775. 8.

Nr. 142. Handbuch der pathologischen Anatomie von F. G. Voigtel. Halle 1804—5. III Bde. 8.

Nr. 149. Handbuch der theoretischen Chemie, von L. Gmelin. Frankfurt 1821—22. II Bde. 8.

Nr. 150. Joh. Swammerdams Bibel der Natur. A. d. Holländischen. Leipzig 1752. Fol.

Nr. 152. Alb. ab Haller opera minora anatomici argumenti. Lausannae 1762. III Vol. 4.

Nr. 154. John Hunter's observations on certain parts of the animal oeconomy. London 1786. 4.

Nr. 158. Kleine Schriften zur vergleichenden Physiologie und Anatomie und Naturgeschichte gehörig, von J. F. Blumenbach. Übers. v. J. G. Gruber. Leipzig 1800. 8.

Nr. 161. Frz. v. Paula Gruithuisen Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie. München 1812. 8.

Nr. 165. Lectures on comparative anatomy. By Ev. Home. London 1814—30. VI Vol. 4.

Nr. 166. G. R. Treviranus und L. C. Treviranus vermischte Schriften anatomischen und physiologischen Inhalts. Bremen 1817—21. IV Bde. 4.

Nr. 167. Observations pathologiques propres à éclairer plusieurs points de physiologie. Par F. Lallemand. Paris 1818. 4.

Nr. 168. Beiträge zur Geschichte der Thierwelt, von Hnr. Rathke. Danzig 1820—27. IV Bde. 4.

Nr. 169. Researches physiological and pathological, by James Blundell. London 1824. 8.

Nr. 171. Dictionnaire des sciences médicales. Paris 1812—23. LX Vol. 8.

Nr. 172. Philosophical transactions. London 1666 sqq. 4.

Nr. 173. Histoire de l'académie royale des sciences. à Paris 1732 sqq. 4.

Nr. 175. Nova acta physico-medica academiae caesareae Leopoldino-Carolinae naturae curiosorum. Norimb. 1757 sqq. 4.

Nr. 176. Denkschriften der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu München. 1809 fgg. 4.

Nr. 179. Annales du muséum national d'histoire naturelle. Paris 1803 sqq. 4.

Nr. 181. Nouveau bulletin des sciences par la société philomatique. Paris 1810 sqq. 4.

Nr. 184. Archiv für die Physiologie, von Jo. Chr. Reil. Halle 1795—1814. XII Bde. 8.

Nr. 185. Deutsches Archiv für die Physiologie, von Jo. Fr. Meckel. Halle 1815—23. VIII Bde. 8.

Nr. 186. Zeitschrift für Physiologie, herausgegeben von Fr. Tie-

demann, G. R. Treviranus und L. C. Treviranus. Heidelberg 1824—32. V Bde. 8.

Nr. 188. Journal für die Chemie und Physik, herausgegeben von Ad. Ferd. Gehlen. Berlin 1806—10. VIII Bde. 8.

Nr. 190. Annales des sciences naturelles. Par Audouin, Brogniart et Dumas. Paris 1824 sqq. 8.

Nr. 191. Journal der praktischen Heilkunde, herausgegeben von C. W. Hufeland. Jena 1795 fgg. 8.

Nr. 193. Neues Journal der ausländischen medicinisch-chirurgischen Literatur, herausgegeben von Hufeland und Harles. Nürnberg 1804—8. VIII Bde. 8.

Nr. 194. Journal der Erfindungen, Theorieen und Widersprüche in der Natur- und Arzneiwissenschaft. Gotha 1792—1804. X Bde. 8.

Nr. 196. Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde, gesammelt und mitgetheilt von L. F. v. Froriep. Weimar 1822—36. L Bde. 4.

Nr. 197. Magazin der ausländischen Literatur der gesammten Heilkunde, herausgegeben von G. H. Gerson und Nic. Hnr. Julius. Hamburg 1821—30. XX Bde. 8.

Nr. 198. Medicinisch-chirurgische Zeitung, herausgegeben von J. J. Hartenkeil und Jos. Nep. Ehrhart. Salzburg und Insbruck 1790 fgg. 8.

Nr. 199. Bulletin des sciences médicales, publié sous la direction de Mr. le Baron du Férussac. Paris 1824—32. XXX Vol. 8.

Nr. 201. Alb. Thaers Grundsätze der rationellen Landwirthschaft. Berlin 1809. III Bde. 4.

Nr. 208. Journal für Chemie und Physik, herausgegeben von J. S. C. Schweigger. Nürnberg und Halle 1811—30. LX Bde. 8.

Nr. 216. Journal de physiologie expérimentale et pathologique par F. Magendie. Paris 1821—30. XII Vol. 8.

Nr. 222. Versuche über die Wege, auf welchen Substanzen aus dem Magen und Darmcanale ins Blut gelangen, angestellt von Fr. Tiedemann und Leop. Gmelin. Heidelberg 1810. 8.

Nr. 228. Abhandlungen der Kön. Schwedischen Akademie der Wissenschaften. A. d. Schwedischen von A. G. Kästner. Leipz. 1749—84. XLI Bde. 8.

Nr. 229. Magazin für die gesammte Heilkunde. Herausgegeben von Jo. Nep. Rust. Berlin 1816 fgg. 8.

Nr. 231. Jahrbücher der teutschen Medicin und Chirurgie, herausgegeben von Chr. Fr. Harles. Nürnberg 1813. III Bde. 8.

Nr. 232. Jo. Andr. Naumanns Naturgeschichte der Vögel Deutschlands. Herausgegeben von Jo. Fr. Naumann. Leipz. 1822—26. V Bde. 8.

Nr. 234. Entwurf einer dynamischen Pathogenie, von A. Winkelmann. Braunschweig 1805. 8.

Nr. 235. Mémoires de la société médicale d'émulation, séante à la faculté de médecine à Paris 1796 sqq. 8.

Nr. 240. Archiv für die gesammte Naturlehre, herausgegeben von K. W. G. Kastner. Nürnberg 1824 fgg. 8.

Nr. 242. Zeitschrift für Natur- und Heilkunde, herausgegeben von den Professoren der medicinisch-chirurgischen Akademie zu Dresden. Dresden 1819—28. V Bde. 8.

Nr. 243. Archiv für Anatomie und Physiologie, herausgegeben von J. F. Meckel. Leipzig 1825—30. V Bde. 8.
Nr. 244. Bibliotheque universelle des sciences, belles lettres et arts. Genève 1825 sqq. 8.
Nr. 247. Précis élementaire de physiologie par Magendie. Paris 1817. II Vol. 8.
Nr. 249. F. L. A. W. Sorg disquisitiones physiologicae circa respirationem insectorum et vermium. Rudolst. 1805. 8.
Nr. 254. Bnh. Sfr. Albini academicarum annotationum libri VIII. Leidae 1754—64. 4.
Nr. 261. Observationes biologicae de maguetismo animali et de ovorum animaliumque caloris quadam constantia, auctore A. G. Volkmann. Lips. 1826. 8.
Nr. 268. Physiologische Untersuchungen über die thierische Haushaltung der Insecten, von J. R. Rengger. Tübingen 1817. 8.
Nr. 269. Histoire des monocles, qui se trouvent aux environs de Genève, par Louis Jurine. Genève 1820. 4.
Nr. 271. Vergleichung des Baues und der Physiologie der Fische mit dem Bau des Menschen und der übrigen Thiere, von A. Monro. A. d. Engl. v. J. G. Schneider. Leipzig 1787. 4.
Nr. 298. De functione placentae uterinae. Scripsit B. N. G. Schreger. Erlang. 1799. 8.
Nr. 337. Medicinische Jahrbücher des österreichischen Staates, herausgegeben von den Directoren und Professoren der Universität zu Wien. Wien 1811 fgg. 8.
Nr. 346. Abhandlung über die Verdauungswerkzeuge der Insecten von K. Aug. Rambohr. Halle 1811. 4.
Nr. 357. A. v. Haller Grundriß der Physiologie für Vorlesungen, mit den Verbesserungen von Wrisberg, Sömmerring und Meckel, umgearbeitet von H. M. v. Leveling. 3. Aufl. Erlangen 1802. II Bde. 8.
Nr. 358. Allgemeines Journal der Chemie, herausgegeben von A. N. Scherer. Leipzig 1798—801. VI Bde. 8.
Nr. 361. Zeitschrift für die organische Physik, herausgegeben von K. Fr. Heusinger. Eisenach 1827—29. III Bde. 8.
Nr. 385. J. F. Busch experimenta quaedam de morte. Halae 1819. 8.
Nr. 401. Recherches expérimentales sur la physiologie des animaux hybernans. Par J. A. Saissy. Paris 1808. 8.
Nr. 405. Cours d'anatomie médicale, ou élémens de l'anatomie de l'homme. Par Ant. Portal. Paris 1812. V Vol. 4.
Nr. 407. Pathologie oder Lehre von den Affecten des lebendigen Organismus, von J. D. Brandis. Hamburg 1808. 8.
Nr. 413. De l'influence des agens physiques sur la vie. Par W. F. Edwards. Paris 1824. 8.
Nr. 418. Recherches de physiologie et de chimie pathologiques, par P. H. Nysten. Paris 1811. 8.
Nr. 419. Oeuvres de Legallois, avec des notes de Pariset. Paris 1821. II Vol. 8.
Nr. 420. Sammlung auserlesener Abhandlungen zum Gebrauche praktischer Ärzte. Leipzig 1789—831. XXXVIII Bde. 8.

Nr. 422. Zeitschrift für psychische Ärzte, herausgegeben von Fr. Nasse. Leipzig 1817—26. X Bde. 8.
Nr. 423. Archives générales de médecine, journal publié par une société de médecins. Paris 1823 sqq. 8.
Nr. 424. Nouvelle bibliotheque médicale; journal de médecine et de chirurgie pratiques. Paris 1827 sqq. 8.
Nr. 433. Chemische Annalen für Freunde der Naturlehre, Arzneigelahrtheit, Haushaltungskunst und Manufacturen, von Lor. Crell. Helmstädt 1784—803. XI Bde. 8.
Nr. 443. Taschenbuch der Reisen, von E. A. W. v. Zimmermann. Leipzig 1801—17. XVII Bde. 8.
Nr. 444. Reise in Brasilien, in den Jahren 1817—1820 gemacht und beschrieben von Jo. Bapt. v. Spix und K. Fr. Phil. v. Martius. München 1823—28. II Bde. 4.
Nr. 446. Reise in die Äquatorialgegenden des neuen Continents in den Jahren 1799 bis 1804. Verfaßt von A. v. Humboldt und A. Bonpland. Stuttgart 1815—19. IV Bde. 8.
Nr. 447. W. Scoresbys d. J. Tagebuch einer Reise auf den Walfischfang. A. d. Engl. von F. Kries. Hamburg 1825. 8.
Nr. 449. Neues Archiv für medicinische Erfahrung, von E. Horn. Berlin 1811 fgg. 8.
Nr. 451. Essai de physiologie positive, appliquée spécialement à la médecine pratique. Par E. E. Foderé. Avignon 1806. III Vol. 8.
Nr. 452. Physiologie oder Lehre von der Natur des Menschen. Von G. Prochaska. Wien 1820. 8.
Nr. 456. Fel. Fontana über das Viperngift. Berlin 1787. 4.
Nr. 457. Anthropologische Briefe von Th. G. A. Roose. Leipzig 1803. 8.
Nr. 464. K. F. Burdach vom Baue und Leben des Gehirns. Leipzig 1819—26. III Bde. 4.
Nr. 467. Mémoires sur la respiration. Par L. Spallanzani. Genève 1803. 8.
Nr. 482. Tübinger Blätter für Naturwissenschaften und Arzneikunde, herausgegeben von J. H. F. v. Autenrieth und J. G. F. v. Bohnenberger. Tübingen 1815—16. III Bde. 8.
Nr. 491. Nic. Oudemann de venarum, praecipue mesaraicarum fabrica et actione. (Groning.) 1794. 8.
Nr. 492. J. Hunters Versuche über das Blut, die Entzündung und die Schußwunden. A. d. Engl. von E. B. G. Hebenstreit. Leipzig 1797. II Bde. 8.
Nr. 499. An enquiry into the nature and properties of the blood. By C. Turner Thackrah. London 1819. 8.
Nr. 502. J. L. C. Schröder van der Kolck Diss. sistens sanguinis coagulantis historiam. Groning. 1820. 8.
Nr. 505. Die mittelbare Auscultation, oder Abhandlung über die Diagnostik der Krankheiten der Lunge und des Herzens, von R. T. H. Laennec. Nach dem Franz. bearbeitet. Weimar 1822. II Bde. 8.
Nr. 507. Über die Blutkörner. Von J. C. Schmidt. Würzburg 1822. 4.
Nr. 511. Versuch einer Physiologie des Bluts, von W. Krimer. Leipzig 1823. 8.

Nr. 521. Ein Versuch über das Blut von C. Scudamore. A. d. Engl. v. J. Gambihler, mit Einleitung und Zusätzen von K. F. Heusinger. Würzburg 1826. 8.

Nr. 529. Untersuchungen über den Kreislauf des Blutes und insbesondere über die Bewegung desselben in den Arterien und Capillargefäßen. Von G. Wedemeyer. Hannover 1828. 8.

Nr. 532. Recherches expérimentales sur le sang humain, considéré à l'état sain, par P. S. Denis. Paris 1830. 8.

Nr. 537. L'agent immédiat du mouvement vital, dévoilé dans sa nature et dans son mode d'action chez les végétaux et chez les animaux. Par M. H. Dutrochet. Paris 1826. 8.

Nr. 538. Histoire anatomique des inflammations. Par A. N. Gendrin. Paris 1826. II Vol. 8.

Nr. 539. Was ist Absonderung, und wie geschieht sie? Eine akademische Abhandlung von Ign. Döllinger. Würzburg 1819. 8.

Nr. 542. Über den Bau und die Verrichtungen der Milz, von K. F. Heusinger. Eisenach 1817. 8.

Nr. 546. A. v. Humboldt über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. Berlin 1797. II Theile. 8.

Nr. 547. Physiologische Untersuchungen über das Nervensystem und die Respiration. Von G. Wedemeyer. Hannover 1817. 8.

Nr. 553. Experimental inquiries, by Will. Hewson. London 1774—77. III Vol. 8.

Nr. 555. F. Fontanas Beobachtungen und Versuche über die Natur der thierischen Körper. A. d. Ital. v. E. B. G. Hebenstreit. Leipzig 1785. 8.

Nr. 556. J. Abernethys chirurgische und physiologische Versuche, übers. v. J. D. Brandis. Leipzig 1795. 8.

Nr. 557. Physiological lectures, exhibiting a general view of Mr. Hunters physiology. By J. Abernethy. London 1817. 8.

Nr. 559. Recherches physiologiques sur la vie et la mort. Par Xav. Bichat. 2 édit. Paris 1802. 8.

Nr. 560. Expériences sur le principe de la vie. Par Le Gallois. Paris 1812. 8.

Nr. 561. Disquisitio anatomico-physiologica organismi corporis humani eiusque processus vitalis, auctore G. Prochaska. Vienn. 1812. 4.

Nr. 562. Physiologische Untersuchungen, von W. Krimer. Leipzig 1820. 8.

Nr. 563. P. Wilson Philip über die Gesetze der Functionen des Lebens. A. d. Engl. v. J. v. Sontheimer. Stuttgart 1822. 8.

Nr. 566. Cours de physiologie générale et comparée, par Ducrotay de Blainville. Paris 1829, 30. III Vol. 8.

Nr. 567. Physiologie des Menschen, von F. Tiedemann. Darmstadt 1830 fgg. 8.

Nr. 568. Die Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens, neu dargestellt von G. R. Treviranus. Bremen 1831—33. II Theile. 8.

Nr. 569. F. Hildebrandts Handbuch der Anatomie des Menschen. Vierte, umgearbeitete Ausgabe, besorgt von E. H. Weber. Braunschweig 1830—33. IV Bde. 8.

Nr. 570. S. Th. Sömmerring Gefäßlehre, oder vom Herzen,

von den Arterien, Venen und Saugadern. 2. Ausgabe. Frankfurt 1801. 8.

Nr. 571. Précis d'anatomie pathologique, par G. Andral. Paris 1829. II Vol. 8.

Nr. 573. Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés, par H. Straus-Durkheim. Paris 1829. 4.

Nr. 576. Journal de chimie médicale, de pharmacie et de toxicologie. Paris 1825 sqq. 8.

Nr. 577. Traité des poisons tirés des règnes minéral, végétal et animale, ou toxicologie générale. Par M. P. Orfila. Paris 1814. IV Vol. 8.

Nr. 578. Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Berlin 1788 fgg. 8.

Nr. 580. Journal complémentaire du dictionnaire des sciences médicales. Paris 1818 sqq. 8.

Nr. 581. Medico-chirurgical review and journal of medical science, conducted by J. Johnson. London 1820 sqq. 8.

Nr. 582. Literarische Annalen der gesammten Heilkunde. In Verbindung mit mehrern Gelehrten herausgegeben von J. F. K. Hecker. Berlin 1825 fgg. 8.

Nr. 583. Annales d'hygiène publique et de médecine légale. Paris 1829 sqq. 8.

Nr. 584. Annalen der Physik und Chemie, herausgegeben von L. W. Gilbert. Leipzig 1799—1824. Herausgegeben von J. C. Poggendorff 1824 fgg. 8.

Nr. 593. Bemerkungen über den Organismus des menschlichen Körpers. Von G. Prochaska. Wien 1810. 8.

Nr. 597. Handbuch der menschlichen Anatomie, durchaus nach eignen Untersuchungen verfaßt von K. F. T. Krause. Hannover 1833. 8.

Nr. 598. Systematisches Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, von K. A. S. Schultze. Berlin 1828. 8.

Nr. 602. J. C. H. Schmidt Diss. de glandulis suprarenalibus. Traj. ad Viadrum. 1785. 4.

Nr. 604. Thymi in homine ac per seriem animalium descriptio, auctore F. C. Haugsted. Hafniae 1832. 8.

Nr. 606. Recherches sur la rate. Par L. J. P. Assolant. Paris an. 10. 8.

Nr. 610. Observations on the structure and functions of the nervous system, by A. Monro. Edinburg 1783. Fol.

Nr. 616. Revision des nouvelles doctrines chemico-physiologiques, par Coutanceau. Paris 1814. 8.

Nr. 625. Recherches expérimentales sur l'absorption et l'exhalation. Par M. Foderá. Paris 1824. 8.

Nr. 629. Untersuchungen über das Wesen und die Bestandtheile des Harngrieses u. s. w. Von W. Prout. A. d. Engl. Weimar 1823. 8.

Nr. 635. Rapport de l'air avec les êtres organisés. Traités, tirés des journaux de L. Spallanzani par J. Senebier. Genève 1807. III Vol. 8.

Nr. 636. Humphry Davys physiologisch-chemische Untersuchung über das Athmen. A. d. Engl. Lemgo 1814. 8.

Nr. 637. J. Bostocks Versuch über das Athemholen. A. d. Engl. übers. v. A. F. Nolde. Erfurt 1809. 8.

Nr. 639. Spallanzanis Versuche über das Verdauungsgeschäft. übersetzt von C. F. Michaelis. Leipzig 1785. 8.
Nr. 641. Expériences sur la digestion dans l'homme, par A. J. de Montegre. Paris 1814. 8.
Nr. 642. Recherches physiologiques et chimiques pour servir à l'histoire de la digestion, par Leuret et Lassaigne. Paris 1825. 8.
Nr. 643. Die Verdauung, nach Versuchen von F. Tiedemann und L. Gmelin. Heidelberg 1826—27 II Bde. 4.
Nr. 648. J. Arnemann Versuche über die Regeneration an lebenden Thieren. Göttingen 1787. 8.
Nr. 658. Jo. Fr. Dieffenbach Diss. de regeneratione et transplantatione. Herbipoli 1822. 8.
Nr. 671. W. Starks klinische und anatomische Bemerkungen, nebst diätetischen Versuchen, a. d. Engl. v. Michaelis. Breslau 1789. 8.
Nr. 673. Handbuch der Physiologie des Menschen für Vorlesungen. Von J. Müller. Coblenz 1833. 8. 2. Aufl. 1835. 8.
Nr. 674. St. Hales Statik der Gewächse. A. d. Engl. Halle 1748. 4.
Nr. 675. A. P. de Candolles Pflanzenphysiologie. A. d. Franz. mit Anmerkungen von J. Röper. Stuttgart 1832—36. II Bde. 8.
Nr. 676. Allgemeine Biologie der Pflanzen von Agardh. A. d. Schwed. v. F. C. H. Creplin. Greifswalde 1832. 8.
Nr. 677. Untersuchungen über die Temperaturveränderungen der Vegetabilien. Dissertation, unter dem Präsidium von G. Schübler vorgelegt von W. Neuffer. Tübingen 1829. 8.
Nr. 680. Beiträge für die Zergliederungskunst, herausgegeben von H. F. Isenflamm und J. C. Rosenmüller. Leipzig 1800—2. II Bde. 8.
Nr. 681. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, herausgegeben von J. Müller. Berlin 1834 fgg. 8.
Nr. 684. Mémoires de physique et de chimie de la société d'Arcueil. Paris 1803—17. III Vol. 8.
Nr. 685. Annales de chimie et de physique. Paris 1816 et suiv. 8.
Nr. 689. Outlines of human physiology. By Herbert Mayo. 3th. edit. London 1833. 8.
Nr. 691. De alimentorum concoctione experimenta nova. Instituit C. H. Schultz. Berol. 1834. 4.
Nr. 694. Journal für Chirurgie und Augenheilkunde, herausgegeben von C. F. v. Gräfe und P. F. v. Walther. Berlin 1820 fgg. 8.
Nr. 701. Abhandlung über die Gifte, in Bezug auf gerichtliche Arzneikunde, Physiologie und praktische Medicin. Von R. Christison. A. d. Engl. Weimar 1831. 8.
Nr. 712. Neue Versuche und Beobachtungen über den Magensaft und die Physiologie der Verdauung. Von W. Beaumont. A. d. Engl. übers. v. B. Luden. Leipzig 1834. 8.
Nr. 713. Physiologie der Verdauung nach Versuchen auf natürlichem und künstlichem Wege. Von J. N. Eberle. Würzburg 1834. 8.
Nr. 714. H. B. Hornbeck Diss. de sanguine. Hafn. 1832. 8.
Nr. 720. De venis lymphaticis valvulosis et de earum inprimis origine. Auctore Alex. Monro jun. Berol. 1757. 8.
Nr. 721. Jo. Fr. Meckel Diss. epistolaris de vasis lymphaticis glandulisque conglobatis. Berol. 1757. 4.

Nr. 722. Jo. Fr. Meckel nova experimenta et observationes de finibus venarum ac vasorum lymphaticorum in ductus visceraque excretoria c. h. Lugd. Bat. 1772. 8.

Nr. 723. Sam. Th. Soemmerring decem lustra post gradum Doctoris rite captum gratulatur J. F. Meckel. Lips. 1828. Fol.

Nr. 724. The history of the absorbent system. By J. Sheldon. Lond. 1784. Fol.

Nr. 725. Experimentum anatomicum, quo arteriolarum lymphaticarum existentia probabiliter adstruitur, institutum a Jano Bleuland. Lugd. Bat. 1784. 4.

Nr. 726. De vasis cutis et intestinorum absorbentibus, plexibusque lymphaticis pelvis humanae annotationes anatomicae auctore J. Glob. Haase. Lips. 1786. Fol.

Nr. 727. Will. Cruikshanks und Paul Mascagnis Geschichte und Beschreibung der Saugadern des menschlichen Körpers. Übersetzt mit Anmerkungen von Chrn. Fr. Ludwig. Leipzig 1789—94. III Bde. 4.

Nr. 728. Theoretische und praktische Beiträge zur Cultur der Saugaderlehre, von B. N. G. Schreger. Leipzig 1793. 8.

Nr. 729. Jo. Glieb. Walter von der Einsaugung und der Durchkreuzung der Sehnerven. Berlin 1794. 8.

Nr. 730. Conr. Ge. Ontyd Diss. de causa absorptionis per vasa lymphatica. Lugd. Bat. 1795. 8.

Nr. 731. Gust. Wetzlar Diss. de materiarum nonnullarum, inprimis kali borussici, in organismum transitu. Marburgi 1821. 8.

Nr. 732. Anatomische Untersuchung über die Verbindung der Saugadern mit den Venen, von Vincenz Fohmann. Heidelb. 1821. 8.

Nr. 733. Das Saugadersystem der Wirbelthiere. Von Vincenz Fohmann. Heidelb. 1827. Fol.

Nr. 734. Mémoires sur les communications des vaisseaux lymphatiques avec les veines, et sur les vaisseaux absorbans du placenta et du cordon ombilical. Par V. Fohmann. Liège 1832. 4.

Nr. 735. Essais sur les vaisseaux lymphatiques par Ern. Alex. Lauth. Strasb. 1824. 4.

Nr. 736. Physiologische Untersuchungen über die Einsaugungskraft der Venen, von Aug. Hnr. Lud. Westrumb. Hannov. 1825. 8.

Nr. 737. Osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche, di Bart. Panizza. Pavia 1830. Fol.

Nr. 738. Das Lymphsystem in Hinsicht auf Anatomie, Physiologie und Pathologie. Von G. Breschet. Deutsch bearbeitet von C. Martiny. Quedlinburg 1837. 8.

Nr. 739. Matth. Jos. Bluff Diss. de absorptione cutis. Berol. 1835. 8.

Nr. 740. Über das Einsaugungsvermögen der Pflanzen. Von A. F. Wiegmann. Marburg 1828. 8.

Nr. 741. Pet. Gfr. Trog Diss. de lympha. Hal. 1737. 8.

Nr. 742. Jo. Nath. Lieberkühn Diss. de fabrica et actione villorum intestinorum tenuium hominis. Lugd. Bat. 1745. 4.

Nr. 743. Ant. Müller Diss. experimenta circa chylum sistens. Heidelb. 1819. 8.

Nr. 744. Lud. Böhm Diss. de glandularum intestinalium structura penitiore. Berol. 1835. 4.

Nr. 745. Die kranke Darmschleimhaut in der asiatischen Cholera mikroskopisch untersucht von Lud. Böhm. Berlin 1838. 8.

Nr. 746. Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium, inprimis eorum epithelii et vasorum lymphaticorum. Auctore J. Henle. Berol. 1837. 8.

Nr. 747. Mémoire sur l'usage de l'epiglotte dans la deglutition. Par Magendie. Paris 1813. 8.

Nr. 748. Karl Hnr. Dzondi die Functionen des weichen Gaumens beim Athmen, Sprechen, Singen, Schlingen, Erbrechen u. s. w. Halle 1831. 4.

Nr. 749. Über das Wiederkäuen bei Menschen. Inauguralabhandlung von Joh. Chn. Heiling. Nürnberg 1823. 4.

Nr. 750. Mémoire sur le vomissement. Par Magendie. Paris 1813. 8.

Nr. 751. Mémoire sur le vomissement. Par Isidore Bourdon. Paris 1819. 8.

Nr. 752. Observations sur les effets de la faim et de la soif, éprouvées après le naufrage de la fregatte du roi la meduse en 1816. Par Jean Bapt. Henri Savigny. Paris 1818. 4.

Nr. 753. Über Diät-, Entziehungs- und Hungercur in eingewurzelten chronischen, namentlich syphilitischen und pseudosyphilitischen Krankheiten. Von Lud. Aug. Struve. Altona 1822. 4.

Nr. 754. Guil. van Setten Diss. observationes continens de saliva eiusque vi et utilitate. Groning. 1837. 4.

Nr. 755. Untersuchungen über die Natur und den verschiedenen Gebrauch des Magensaftes in der Arzneiwissenschaft und Wundarzneikunst. Von Bassiano Carminati. A. d. Ital. Wien 1785. 8.

Nr. 756. Ge. Fordyces neue Untersuchungen des Verdauungsgeschäftes der Nahrungsmittel. A. d. Engl. von C. F. Michaelis. Zittau 1793. 8.

Nr. 757. Zwei Krankengeschichten. Herausgegeben von Jak. Helm. Wien 1803. 8.

Nr. 758. Car. Willer Diss. sistens experimenta quaedam circa animalium classium inferiorum incrementum et vitam. Hal. 1817. 8.

Nr. 759. De la membrane muqueuse gastrointestinale dans l'état sain et dans l'état inflammatoire. Par C. Billard. Paris 1825. 8.

Nr. 760. New theory of the influence of variety in diet in health and disease. By Charles Cameron. London 1732. 8.

Nr. 761. Der Verdauungsproceß in Beziehung auf das Wesen der einzelnen Vorgänge dargestellt von M. Trüttenbacher. München 1836. 8.

Nr. 762. De la nutrition dans la série des animaux d'après les idées de M. D. de Blainville par Charles Dhéré. Paris 1826. 8.

Nr. 763. Etudes chimiques sur le sang humain. Par Louis René Le Canu. Paris 1837. 4.

Nr. 764. Das Blut in mehrfacher Beziehung physiologisch und pathologisch untersucht von Herm. Nasse. Bonn 1836. 8.

Nr. 765. Das System der Circulation in seiner Entwickelung durch die Thierreihe und im Menschen, von Karl Hnr. Schultz. Stuttgart 1836.

Nr. 766. Franz Dan. Reisseisen über den Bau der Lungen. Berlin 1822. 8.

Nr. 767. Chr. Wilh. Eberhard Diss. de musculis bronchialibus. Marburgi 1827. 8.
Nr. 768. Anatomie comparée de l'appareil respiratoire dans les animaux vertebrés, par A. Lereboullet. Strasbourg 1838. 4.
Nr. 769. Von der Bewegung der Stimmritze beim Athemholen. Von Lud. Mende. Greifswalde 1816. 4.
Nr. 770. Untersuchungen über die nächste Ursache des Hustens. Von W. Krimer. Leipzig 1819. 8.
Nr. 771. Die Respiration als vom Gehirne abhängige Bewegung und als chemischer Proceß, von C. Bartels. Breslau 1814. 8.
Nr. 772. Die Natur des Athmungsprocesses, von J. B. Wilbrand. Frankfurt 1827. 8.
Nr. 773. Widerlegung der chemischen Ansichten vom Athmen und Darstellung einer pneumatischen Theorie, von F. Lau. Bonn 1830. 8.
Nr. 774. Fr. Phil. Thph. van Enschut Diss. de respirationis chymismo. Trajecti ad Rhenum. 1836. 8.
Nr. 775. Theod. Lud. Wilh. Bischoff commentatio de novis quibusdam experimentis chemico-physiologicis ad illustrandam doctrinam de respiratione institutis. Heidelberg 1837. 4.
Nr. 776. Th. Bartholini anatomia tertiam ad sanguinis circulationem reformata. Lugd. Bat 1651. 8.
Nr. 777. Neues Handbuch der praktischen Anatomie. Von G. Alex. Lauth. Stuttgart 1835. 8.
Nr. 778. Anatomie der mikroskopischen Gebilde des menschlichen Körpers, von Jos. Berres. Wien 1837. 8.
Nr. 779. Outlines of comparative anatomy, by Rob. E. Grant. London 1836. 8.
Nr. 780. Lehrbuch der vergleichenden Physiologie der Haussäugethiere, von E. F. Gurlt. Leipzig 1837. 8.
Nr. 781. Handbuch der Entomologie, von Herm. Burmeister. Berlin 1832. 8.
Nr. 782. Analytic physiology. By Sam. Hood. Liverpool 1822. 8.
Nr. 783. Grundzüge der Physiologie. Entworfen von J. Döllinger. Regensburg 1835. I. Bd. 8.
Nr. 784. Lehrbuch der Physiologie des Menschen, von Fr. Arnold. Zürich 1836. II Bde. 8.
Nr. 785. Handbuch der Physiologie, von F. Magendie. übers. mit Zusätzen von C. F. Heusinger. Eisenach 1834. II Bde. 8.
Nr. 786. Anatomisch-physiologische Abhandlungen von K. Asm. Rudolphi. Berlin 1802. 8.
Nr. 787. Recherches, discussions et propositions d'anatomie, de physiologie etc. Par P. N. Gerdy. Paris 1823. 4.
Nr. 788. De pulsu, resorptione, auditu et tactu annotationes anatomicae et physiologicae auctore E. H. Weber. Lipsiae 1834. 4.
Nr. 789. Leçons sur les phénomènes physiques de la vie. Par M. Magendie. Paris 1836. IV Vol. 8.
Nr. 790. Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie, von Friedr. Nasse und Herm. Nasse. Bonn 1836. 8.
Nr. 791. Lehrbuch der Physiologie des Menschen und der Thiere, von Arn. Adph. Berthold. Zweite Ausgabe. Göttingen 1837. II Bde. 8.

Nr. 792. Repertorium für Anatomie und Physiologie, von G. Valentin. Berlin 1837 fgg. 8.

Nr. 793. Annales françaises et étrangères d'anatomie et de physiologie, appliquées à la médecine et à l'histoire naturelle, par Laurent et Bazin. Paris 1837 sqq. 8.

Nr. 794. Medicinische Commentarien von einer Gesellschaft der Ärzte zu Edinburgh. A. d. Engl. übers. von A. F. A. Diel. Altenburg 1774—1799. 8.

Nr. 795. Nordisches Archiv für Naturkunde, Arzneiwissenschaft und Chirurgie. Herausgegeben von Pfaff, Scheel und Rudolphi. Kopenhagen 1799—1803. III Bde. 8.

Nr. 796. Französische Annalen für die allgemeine Naturgeschichte, Physik, Chemie, Physiologie und ihre gemeinnützigen Anwendungen. Herausgegeben von C. G. Pfaff und Friedländer. Hamburg 1802. 8.

Nr. 797. Medical facts and observations by a society of physicians. Published by S. F. Simmons. London 1791—1800. X Vol. 8.

Nr. 798. Joh. Schenckii a Graffenberg observationum medicarum rariorum libri VII. Francof. 1665. Fol.

Nr. 799. Observations iatrochirurgiques par Jos. Covillard. 2e edit. augmentée par J. F. Thomassin. Strasbourg 1791. 8.

Nr. 800. Ger. van Swieten commentaria in H. Boerhaavii aphorismos de cognoscendis et curandis morbis. Hildburgh. 1754—73. V Vol. 4.

Nr. 801. Jahrbücher der Medicin. Herausgeg. v. C. C. Schmidt. Leipzig 1834 fgg. 8.

Nr. 802. Wochenschrift für die Heilkunde. Herausgegeben von J. L. Casper. Berlin 1833 fgg. 8.

Nr. 803. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'académie des sciences. Paris 1835 sqq. 4.

Nr. 804. Neue Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde, gesammelt und mitgetheilt von Lud. Fr. v. Froriep und Rob. Froriep. Weimar 1837 fgg. 4.

Nr. 805. Praktische Untersuchungen über die Verrichtungen des Ganglienneruensystems, von J. L. Brachet. Übers. von Flies. Quedlinburg 1836. 8.

Nr. 806. Leichenöffnungen zur Diagnostik und pathologischen Anatomie. Von Fr. Nasse. Bonn 1821. 8.

Nr. 807. Neues allgemeines Journal der Chemie. Herausgegeben von Adph. Ferd. Gehlen. Berlin 1803—5. V Bde. 8.

Nr. 808. Vom inwendigen Baue der Gewächse und von der Saftbewegung in denselben. Von L. C. Treviranus. Göttingen 1806. 8.

Nr. 809. Physiologie der Gewächse. Von L. C. Treviranus. Bonn 1835. II Bde. 8.

Nr. 810. Sammlung praktisch-chemischer Abhandlungen, von W. A. Lampadius. Dresden 1795—1800. III Bde. 8.

Nr. 811. Zwei Preisschriften über die eigentliche Beschaffenheit und Erzeugung der erdigen Bestandtheile in den Getraidearten. Von J. C. K. Schrader und J. S. B. Neumann. Berlin 1800. 8.

Nr. 812. Über die Ernährung der Pflanzen im Allgemeinen und

den Ursprung der Pottasche und andrer Salze in ihnen insbesondre. Von J. F. John. Berlin 1819. 8.

Nr. 813. Benj. Graf v. Rumford kleine Schriften, politischen, ökonomischen und philosophischen Inhalts. A. d. Engl. übers. Weimar 1797—99. III Bde. 8.

Nr. 814. Ph. C. Hartmann's Hypothese über die assimilativ blutbereitende Function der Leber, dargestellt von C. Rud. Löffler. Leipzig 1838. 8.

Nr. 815. Die Chemie des Organismus, abgeleitet aus Betrachtungen über die elektro-chemischen Wirkungen der organischen und der diesen ähnlich wirkenden Grundstoffe. Von Karl Aug. Gusserow. Berlin 1832. 8.

Nr. 816. Beobachtungen über die Temperatur der Vegetabilien. Inauguraldissertation unter dem Präsidium von G. Schübler, von Franz Ant. Halder. Tübingen 1826. 8.

Nr. 817. Über die Wärmeentwickelung in den Pflanzen, deren Gefrieren und die Schutzmittel gegen dasselbe. Von H. R. Göppert. Breslau 1830. 8.

Nr. 818. Über Wärmeentwickelung in der lebenden Pflanze. Von H. R. Göppert. Wien 1832. 8.

Nr. 819. Neue Versuche über die Temperatur der kaltblütigen Thiere. Von Arn. Adph. Berthold. Göttingen 1835. 8.

Nr. 820. Versuche und Beobachtungen über die Wärme der Thiere und die Entzündung verbrennlicher Körper. Von Adair Crawford. A. d. Engl. von L. v. Crell. Leipzig 1799. 8.

Nr. 821. Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Structur und dem Wachsthume der Thiere und Pflanzen, von Th. Schwann. Berlin 1839. 8.

Nr. 822. Beitrag zu einer künftigen Physiologie von Thom. Buntzen. Kopenhagen 1805. 8.

Nr. 823. Beiträge zur vergleichenden Physiologie, von Rud. Wagner. Leipzig 1838. II Hefte. 8.

Nr. 824. Physiologisch-pathologische Untersuchungen über Eiter, Eiterung und die damit verwandten Vorgänge. Von Julius Vogel. München 1838. 8.

Nr. 825. Acta Havniensia, ed. Th. Bartholinus. Havniae 1671—79. V Vol. 8.

Sachregister

über den

vierten, fünften und sechsten Band.

Sachregister über den vierten fünften und sechsten Band.

(Die römische Zahl bezeichnet den Band, die deutsche den Paragraphen, der Buchstabe die Abtheilung des Paragraphen. Bei den Citaten des vierten und fünften Bandes ist zugleich die Seitenzahl in Parenthese beigefügt.)

A.

B.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

I.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

Z.

Druck von F. A. Brockhaus in Leipzig.



